

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 1 078 771 A2

(12) EUROPEAN PATENT APPLICATION

(43) Date of publication:  
28.02.2001 Bulletin 2001/09

(51) Int Cl.7: B41J 2/21, B41J 19/14

(21) Application number: 00307064.6

(22) Date of filing: 17.08.2000

(84) Designated Contracting States:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Designated Extension States:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priority: 24.08.1999 JP 23626099  
19.07.2000 JP 2000219758

(71) Applicant: CANON KABUSHIKI KAISHA  
Tokyo (JP)

(72) Inventors:  
• Fujita, Miyuki  
Ohta-ku, Tokyo (JP)  
• Tajika, Hiroshi  
Ohta-ku, Tokyo (JP)  
• Konno, Yuji  
Ohta-ku, Tokyo (JP)

• Murakami, Shuichi  
Ohta-ku, Tokyo (JP)  
• Kawatoko, Norihiro  
Ohta-ku, Tokyo (JP)  
• Ogasahara, Takayuki  
Ohta-ku, Tokyo (JP)  
• Edamura, Tetsuya  
Ohta-ku, Tokyo (JP)  
• Maeda, Tetsuhiro  
Ohta-ku, Tokyo (JP)

(74) Representative:  
Beresford, Keith Denis Lewis et al  
BERESFORD & Co.  
High Holborn  
2-5 Warwick Court  
London WC1R 5DJ (GB)

(54) An adjustment method of printing positions, a printing apparatus and a printing system

(57) By using an ink jet head, which has for each color two parallel columns of nozzles arranged side by side in the main scan direction and shifted from each other by one-half the pitch at which the nozzles are arranged in each column, odd-numbered rasters and even-numbered rasters making up an image are printed by the two nozzle columns. The registration between the odd- and even-numbered rasters is secured during the printing to produce an image with high print quality. For that purpose, the ink ejection timing between the two raster groups is shifted by a predetermined interval to form a plurality of adjustment patterns (S2202); the adjustment patterns printed are checked and, according to the check result, an adjustment value for the ink ejection timing between the two ink nozzle columns is entered (S2204); and the entered adjustment value is stored to be reflected on the actual printing operation (S2206). To facilitate the adjustment pattern check, the plurality of adjustment patterns have a dot distribution with a blue noise characteristic at a resolution at which the printing apparatus can print.

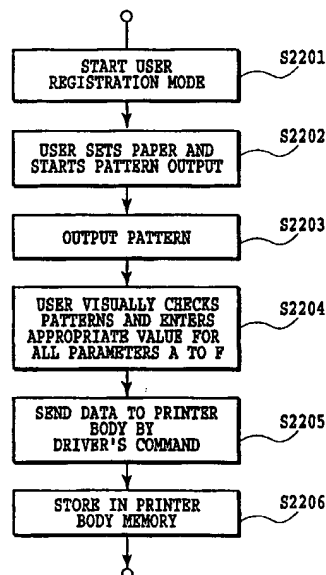


FIG.16A

EP 1 078 771 A2

## Description

**[0001]** The present invention relates to a print position adjustment method and a printing apparatus and a printing system using the print position adjustment method, and is particularly suited for adjusting the positions of ink dots in a printing apparatus of an ink jet system. In addition to general printing apparatus, the present invention can also be applied to copying machines, facsimiles with a communication system, word processors with a printer, and industrial printing apparatus combined with a variety of processing devices.

**[0002]** An image printing apparatus of so-called serial scan type, which executes the print operation while scanning a print head, or a printing unit, over a print medium, has found a variety of image forming applications. The ink jet printing apparatus in particular has in recent years achieved high resolution and color printing, making a significant image quality improvement, which has resulted in a rapid spread of its use. Such an apparatus employs a so-called multi-nozzle head that has an array of densely arranged nozzles for ejecting ink droplets. Images with still higher resolution has now been made possible by increasing the nozzle density and reducing the amount of ink per dot. Further, to realize an image quality approaching that of silver salt picture, various technologies have been developed, including the use of pale or light color ink with reduced concentration in addition to four basic color inks (cyan, magenta, yellow and black). A print speed reduction problem, which is feared to arise as the picture quality advances, is dealt with by increasing the number of print elements, improving the drive frequency and employing a bi-directional printing technique, thus realizing a satisfactory throughput.

**[0003]** Fig. 27 schematically shows a general construction of a printer that uses the multi-nozzle for printing. In the figure, reference number 1901 represents head cartridges corresponding to four inks, black (K), cyan (C), magenta (M) and yellow (Y). Each head cartridge 1901 consists of an ink tank 1902T filled with a corresponding color ink and a head unit 1902H having an array of many nozzles for ejecting the ink supplied from the ink tank onto a print medium 1907.

**[0004]** Designated 1903 is a paper feed roller which, in cooperation with an auxiliary roller 1904, clamps a print medium (print paper) 1907 and rotates in the direction of arrow in the figure to feed the print paper 1907 in the Y direction as required. Denoted 1905 is a pair of paper supply rollers that clamp the print paper 1907 and carries it toward the print position. The paper supply rollers 1905 also keep the print paper 1907 flat and tight between the supply rollers and the feed rollers 1903, 1904.

**[0005]** Designated 1906 is a carriage that supports the four head cartridges 1901 and moves them in a main scan direction during the print operation. When the printing is not performed or during an ink ejection performance recovery operation for the head unit 1902H, the

carriage 1906 is set at a home position h indicated by a dotted line.

**[0006]** The carriage 1906, which was set at the home position h before the print operation, starts moving in the X direction upon reception of a print start command and at the same time the head unit 1902H ejects ink from a plurality of nozzles (n nozzles) formed therein according to print data to perform printing over a band of a width corresponding to the length of the nozzle array. When the printing is done up to the X-direction end of the print paper 1907, the carriage 1906 returns to the home position h in the case of one-way printing and resumes printing in the X direction. In the case of bi-directional printing, the carriage 1906 also performs printing while it is moving in a -X direction toward the home position h. In either case, after one print operation (one scan) in one direction has been finished before the next print operation is started, the paper feed roller 1903 is rotated a predetermined amount in the direction of arrow in the figure to feed the print paper 1907 in the Y direction a predetermined distance (corresponding to the length of the nozzle array). By repeating the one-scan print operation and the print paper feeding by a predetermined distance, data for one sheet of paper is printed.

**[0007]** In the above serial type ink jet printer, various provisions have been made as to the construction of the head unit or the printing method in order to realize an image printing with higher resolution.

**[0008]** For example, the manufacture of the multi-nozzle head inevitably places a limit on the density of the nozzles in a single nozzle array.

**[0009]** Fig. 28A shows an example head that realizes a higher recording density. This head has two columns of nozzles extending in the Y direction and spaced a distance  $p_x$  (corresponding to a predetermined number of pixels) apart in the X direction. The two nozzle columns, each consisting of many nozzles arranged at a predetermined pitch  $p_y$  in the Y direction, are shifted from each other by a distance  $p_y/2$  in the Y direction. This arrangement of the nozzles realizes a resolution two times higher than that achieved by a single nozzle column. When this head is applied to the apparatus shown in Fig. 27, the heads having the construction shown in Fig. 28A for one color can be arranged in parallel in the X direction for six colors. In this arrangement, simply adjusting the ejection timings of the two nozzle columns can achieve a color printing with two times the resolution of the single nozzle column.

**[0010]** In other technologies, such as USP 4920355 and Japanese Patent Application Laid-Open No. 7-242025 (1995), a high resolution printing is realized by setting the paper feed distance for each print scan to a predetermined number of pixels less than the length of the column of nozzles while leaving the multi-nozzle arrangement at a low resolution. Such a printing method is hereinafter called an interlace printing method.

**[0011]** The interlace printing method will be briefly explained by referring to Fig. 29. Here let us take up an

example case where an image with resolution of 1200 DPI (dots/inch) is printed by using a head H with nozzles arranged at a pitch of 300 DPI. For the sake of simplicity, it is assumed that the head has nine nozzles and that the distance of the paper feed carried out after each print scan is nine pixels at 1200-DPI resolution. The rasters printed in the forward pass are shown as solid lines and the rasters printed in the backward pass are shown as dashed lines. These two kinds of lines are formed alternately.

[0012] While in this example the paper is fed a fixed distance of 9 pixels at 1200-DPI resolution, other arrangements may be made in the interlace printing. The interlace printing method does not need to have a constant paper feed distance at all times as long as a picture is printed with a plurality of print scans arranged at a pitch finer than the arrangement pitch of the nozzles themselves. In either case, an image can be printed with a higher resolution than the nozzle arrangement resolution.

[0013] When a head as shown in Fig. 28A is used, because even-numbered rasters and odd-numbered rasters that are alternated in the Y direction (sub-scan direction) are printed by different columns of nozzles, the landing positions of ink droplets from the two columns of nozzles may deviate subtly from the correct positions, degrading the image quality. One of possible causes for this problem may be explained as follows. When a head face on which nozzles are formed is deformed due to swelling with ink or temperature rise, causing a part of the head face between the nozzle column associated with the odd-numbered rasters and the nozzle column associated with the even-numbered rasters to bulge, as shown in Fig. 28B, the ink droplets from the respective nozzle columns will be projected in two different directions slightly away from each other. The ink landing position deviation between the rasters due to this phenomenon, even if small in magnitude, will have bad effects on the image quality and pose a critical problem in realizing a high resolution photographic image quality, one of the objects of the present invention.

[0014] Many proposals have been put forward as to the method of correcting ink landing position deviations among different colors and, in the bi-directional printing, the method of correcting deviations in ink landing position of the same color between the forward scan and the backward scan. However, as for the correction of the ink landing position deviations between the rasters of the same color produced by the head shown in Fig. 28A, an effective adjustment method has yet to be proposed although the allowable range for the deviation is narrow and the effects of such the deviations on the image formation are large. Further, the deviation in ejection direction between the even-numbered nozzle column and the odd-numbered nozzle column is caused by the ink composition, ink ejection history such as ejection frequency, and printing environment, as well as the characteristic variations of individual heads. Therefore, even if the ink

ejection timing for a head is determined which does not cause ink landing position deviations under a particular condition, that ejection timing cannot be applied to all circumstances. That is, not only should the ink ejection timing be adjusted before shipping according to the characteristic variations of individual heads, it is also strongly called for that the adjustment be able to be made as required according to the history of use. Without these demands being met, it is difficult to form a high quality image at all times.

[0015] Further, in the interlace printing method, because the same image area is completed by repeating the print scan and the paper feed a plurality of times, the printing time will increase. To cope with this problem, a bi-directional printing has been proposed and disclosed. In this case, the odd-numbered rasters are often printed by the forward scans and the even-numbered rasters by backward scans, as shown in Fig. 29. If the ink landing positions deviate from one raster to another, the similar problem to that when the head of Fig. 28A is used will occur.

[0016] There are many proposals already put forth as to the method of correcting ink landing position deviations between forward scan and backward scan. The proposed methods mostly take note of a vertical line pattern where the same image area is completed by a single scan (one pass printing), and do not address the problem of correcting subtle deviations among the rasters when performing the interlace printing.

[0017] The present invention has been accomplished under these circumstances and its object is to make it possible to prevent an image quality degradation due to subtle ink dot forming position deviations among the rasters and thereby form high quality images at all times.

[0018] Further, in the bi-directional printing, in particular, the higher the resolution of the image, the more stringent the required dot landing position accuracy becomes, so that a dot landing position deviation of even several  $\mu\text{m}$  will result in a perceivable degradation of image quality and therefore, another object of the present invention make it possible to set the dot position adjustment value properly and in real time according to characteristic variations, within tolerance, of the print head and the printer body as well as according to the state of the printing operation.

[0019] In a first aspect of the present invention, there is provided a print position adjusting method for a printing apparatus, wherein the printing apparatus uses a print head having an array of a plurality of print elements and forms an image on a print medium by scanning the print head in a direction different from an arranging direction of the plurality of print elements and wherein rasters making up the image are divided into at least two raster groups according to a driving mode of the plurality of print elements, the method for adjusting print positions by the plurality of print elements between the at least two raster groups, the method comprising the steps of:

forming a plurality of adjustment patterns by the print head, in a manner that a print element drive timing between the at least two raster groups is shifted a predetermined interval, the print element drive timing being a timing of driving the plurality of print elements;

entering an adjustment value for the print element drive timing between the at least two raster groups, the adjustment value being determined from the plurality of adjustment patterns; and  
storing the entered adjustment value.

[0020] In a second aspect of the present invention, there is provided a print position adjusting method for a printing apparatus, wherein the printing apparatus uses a print head having an array of a plurality of nozzles for ejecting ink and forms an image on a print medium by scanning the print head in forward and backward directions different from an arranging direction of the plurality of nozzles and wherein a speed of the scan and a distance from the nozzles to the print medium can be set in at least two stages respectively, the method for adjusting positions of ink dots ejected from the plurality of nozzles between the scans in the forward and backward directions, the method comprising the steps of:

forming a plurality of adjustment patterns by the print head, in a manner that an ink ejection timing between the forward and backward scans is shifted by a predetermined interval, the ink ejection timing being a timing of ejecting ink from the plurality of nozzles;

entering an adjustment value for the ink ejection timing between the forward and backward scans, the adjustment value being determined from the plurality of adjustment patterns;

storing the entered adjustment value; and

correcting the adjustment value according to a combination of the scan speed and the distance in performing a print operation.

[0021] In a third aspect of the present invention, there is provided a printing apparatus using a print head having an array of a plurality of print elements and forming an image on a print medium by scanning the print head in a direction different from an arranging direction of the plurality of print elements, wherein rasters making up the image are divided into at least two raster groups according to a driving mode of the plurality of print elements, the apparatus comprising:

means for forming a plurality of adjustment patterns by the print head, in a manner that a print element drive timing between the at least two raster groups is shifted a predetermined interval, the print element drive timing being a timing of driving the plurality of print elements; and

means for storing an adjustment value for the print

element drive timing between the at least two raster groups, the adjustment value being supplied based on judgement of the plurality of adjustment patterns.

5 [0022] In a fourth aspect of the present invention, there is provided a printing apparatus using a print head having an array of a plurality of nozzles for ejecting ink and forming an image on a print medium by scanning the print head in forward and backward directions different from an arranging direction of the plurality of nozzles, wherein a speed of the scan and a distance from the nozzles to the print medium can be set in at least two stages respectively, the apparatus comprising:

15 means for forming a plurality of adjustment patterns by the print head, in a manner that an ink ejection timing between the forward and backward scans is shifted by a predetermined interval, the ink ejection timing being a timing of ejecting ink from the plurality of nozzles;

20 means for storing an adjustment value for the ink ejection timing between the forward and backward scans, the adjustment value being supplied based on judgement of the plurality of adjustment patterns; and

25 means for correcting the adjustment value according to a combination of the scan speed and the distance in performing a print operation.

30 [0023] In a fifth aspect of the present invention, there is provided a printing system comprising:

a printing apparatus using a print head having an array of a plurality of print elements and forming an image on a print medium by scanning the print head in a direction different from an arranging direction of the plurality of print elements, wherein rasters making up the image are divided into at least two raster groups according to a driving mode of the plurality of print elements, the apparatus having:

35 means for forming a plurality of adjustment patterns by the print head, in a manner that a print element drive timing between the at least two raster groups is shifted a predetermined interval, the print element drive timing being a timing of driving the plurality of print elements; and

40 means for storing an adjustment value for the print element drive timing between the at least two raster groups, the adjustment value being supplied based on judgement of the plurality of adjustment patterns; and

45 a host apparatus for supplying image data to the printing apparatus, having:

50 means for controlling the printing apparatus to form the plurality of adjustment patterns;

55 means for accepting entering of the adjustment value based on judgement of the plurality of adjustment patterns; and

means for supplying the adjustment data to the printing apparatus.

**[0024]** In a sixth aspect of the present invention, there is provided a printing system comprising:

a printing apparatus using a print head having an array of a plurality of nozzles for ejecting ink and forming an image on a print medium by scanning the print head in forward and backward directions different from an arranging direction of the plurality of nozzles, wherein a speed of the scan and a distance from the nozzles to the print medium can be set in at least two stages respectively, the apparatus having:

means for forming a plurality of adjustment patterns by the print head, in a manner that an ink ejection timing between the forward and backward scans is shifted by a predetermined interval, the ink ejection timing being a timing of ejecting ink from the plurality of nozzles;

means for storing an adjustment value for the ink ejection timing between the forward and backward scans, the adjustment value being supplied based on judgement of the plurality of adjustment patterns; and

means for correcting the adjustment value according to a combination of the scan speed and the distance in performing a print operation; and

a host apparatus for supplying image data to the printing apparatus, having:

means for controlling the printing apparatus to form the plurality of adjustment patterns;

means for accepting entering of the adjustment value based on judgement of the plurality of adjustment patterns; and

means for supplying the adjustment data to the printing apparatus.

**[0025]** In a seventh aspect of the present invention, there is provided a storage medium storing a program for performing a print position adjusting method for a printing apparatus, wherein the printing apparatus uses a print head having an array of a plurality of print elements and forms an image on a print medium by scanning the print head in a direction different from an arranging direction of the plurality of print elements and wherein rasters making up the image are divided into at least two raster groups according to a driving mode of the plurality of print elements, the method for adjusting print positions by the plurality of print elements between the at least two raster groups, the method comprising the steps of:

forming a plurality of adjustment patterns by the print head, in a manner that a print element drive timing between the at least two raster groups is shifted a predetermined interval, the print element

drive timing being a timing of driving the plurality of print elements;

entering an adjustment value for the print element drive timing between the at least two raster groups, the adjustment value being determined from the plurality of adjustment patterns; and  
storing the entered adjustment value.

**[0026]** In an eighth aspect of the present invention, there is provided a storage medium storing a program for performing a print position adjusting method for a printing apparatus, wherein the printing apparatus uses a print head having an array of a plurality of nozzles for ejecting ink and forms an image on a print medium by scanning the print head in forward and backward directions different from an arranging direction of the plurality of nozzles and wherein a speed of the scan and a distance from the nozzles to the print medium can be set in at least two stages respectively, the method for adjusting positions of ink dots ejected from the plurality of nozzles between the scans in the forward and backward directions, the method comprising the steps of:

forming a plurality of adjustment patterns by the print head, in a manner that an ink ejection timing between the forward and backward scans is shifted by a predetermined interval, the ink ejection timing being a timing of ejecting ink from the plurality of nozzles;

entering an adjustment value for the ink ejection timing between the forward and backward scans, the adjustment value being determined from the plurality of adjustment patterns;

storing the entered adjustment value; and correcting the adjustment value according to a combination of the scan speed and the distance in performing a print operation.

**[0027]** In a ninth aspect of the present invention, there is provided a print position adjusting method for adjusting a print position on a print medium during a forward scan and a print position on the print medium during a backward scan in a printing apparatus, wherein the printing apparatus removably supports a print head on which a plurality of ink ejection openings are arranged, and reciprocally scans the print head in a direction different from the arranging direction while ejecting ink to form an image, the method comprising the steps of:

referring first memory means in the printing apparatus storing first print position information associated with characteristic variations of the printing apparatus and second memory means in the print head storing second print position information associated with characteristic variations of the print head, before forming an image by mounting the print head on the printing apparatus; and  
determining an adjustment value for adjusting the

print position, based on the first and second print position information obtained by the referring.

**[0028]** In a tenth aspect of the present invention, there is provided a print position adjusting method for adjusting a print position on a print medium during a forward scan and a print position on the print medium during a backward scan in a printing apparatus, wherein the printing apparatus removably supports a print head on which a plurality of ink ejection openings are arranged, and reciprocally scans the print head in a direction different from the arranging direction while ejecting ink to form an image, the method comprising the steps of:

detecting a temperature of the print head;  
estimating an ejection speed of ink ejected from said print head based on the detected temperature;  
and  
determining an adjustment value for adjusting the print positions based on the estimated ejection speed.

**[0029]** In an eleventh aspect of the present invention, there is provided a print position adjusting method for adjusting a print position on a print medium during a forward scan and a print position on the print medium during a backward scan in a printing apparatus, wherein the printing apparatus removably supports a print head on which a plurality of ink ejection openings are arranged, and reciprocally scans the print head in a direction different from the arranging direction while ejecting ink to form an image, the method comprising the steps of:

detecting a temperature of the print head;  
switching a drive frequency and a scan speed of the print head based on the detected temperature;  
estimating an ejection speed of ink ejected from the print head based on the detected temperature; and  
determining an adjustment value for adjusting the print positions based on the estimated ejection speed and the scan speed.

**[0030]** In a twelfth aspect of the present invention, there is provided a printing apparatus removably supporting a print head on which a plurality of ink ejection openings are arranged, and reciprocally scanning the print head in a direction different from the arranging direction while ejecting ink to form an image, the apparatus comprising:

first memory means for storing first print position information associated with characteristic variations of the printing apparatus;  
means for referring the first memory means and second memory means in the print head storing second print position information associated with characteristic variations of the print head, before

forming an image by mounting the print head on the printing apparatus; and  
means for determining an adjustment value for adjusting a print position on a print medium during a forward scan and a print position on the print medium during a backward scan, based on the first and second print position information obtained by the referring.

**[0031]** In a thirteenth aspect of the present invention, there is provided a printing apparatus removably supporting a print head on which a plurality of ink ejection openings are arranged, and reciprocally scanning the print head in a direction different from the arranging direction while ejecting ink to form an image, the apparatus comprising:

means for detecting a temperature of the print head;  
means for estimating an ejection speed of ink ejected from said print head based on the detected temperature; and  
means for determining an adjustment value for adjusting a print position on a print medium during a forward scan and a print position on the print medium during a backward scan based on the estimated ejection speed.

**[0032]** In a fourteenth aspect of the present invention, there is provided a printing apparatus removably supporting a print head on which a plurality of ink ejection openings are arranged, and reciprocally scanning the print head in a direction different from the arranging direction while ejecting ink to form an image, the apparatus comprising:

means for detecting a temperature of the print head;  
means for switching a drive frequency and a scan speed of the print head based on the detected temperature;  
means for estimating an ejection speed of ink ejected from the print head based on the detected temperature; and  
determining an adjustment value for adjusting a print position on a print medium during a forward scan and a print position on the print medium during a backward scan based on the estimated ejection speed and the scan speed.

**[0033]** The above and other objects, effects, features and advantages of the present invention will become more apparent from the following description of embodiments thereof taken in conjunction with the accompanying drawings.

Fig. 1 is a perspective view showing an external construction of an ink jet printer as one embodiment of the present invention;

Fig. 2 is a perspective view showing the printer of

Fig. 1 with an enclosure member removed;  
 Fig. 3 is a perspective view showing an assembled print head cartridge used in the printer of one embodiment of the present invention;  
 Fig. 4 is an exploded perspective view showing the print head cartridge of Fig. 3;  
 Fig. 5 is an exploded perspective view of the print head of Fig. 4 as seen diagonally below;  
 Figs. 6A and 6B are perspective views showing a construction of a scanner cartridge upside down which can be mounted in the printer of one embodiment of the present invention instead of the print head cartridge of Fig. 3;  
 Fig. 7 is a block diagram schematically showing the overall configuration of an electric circuitry of the printer according to one embodiment of the present invention;  
 Fig. 8 is a diagram showing the relation between Figs. 8A and 8B, Figs. 8A and 8B being block diagrams representing an example inner configuration of a main printed circuit board (PCB) in the electric circuitry of Fig. 7;  
 Fig. 9 is a diagram showing the relation between Figs. 9A and 9B, Figs. 9A and 9B being block diagrams representing an example inner configuration of an application specific integrated circuit (ASIC) in the main PCB of Figs. 8A and 8B;  
 Fig. 10 is a flow chart showing an example of operation of the printer as one embodiment of the present invention;  
 Fig. 11 is a schematic diagram showing an example of nozzle arrangement on the print head used in one embodiment of the present invention;  
 Figs. 12A to 12C are explanatory diagrams showing a state in which an ideal ink jet printing is performed;  
 Figs. 13A to 13C are explanatory diagrams showing a state in which density unevenness occurs during the ink jet printing;  
 Figs. 14A to 14C are explanatory diagrams showing a principle of a multi-pass printing for preventing density unevenness explained in Fig. 13;  
 Fig. 15 is a diagram showing the relation between Figs. 15A and 15B, Figs. 15A and 15B being diagrams showing an example map of data stored in a nonvolatile memory (EEPROM) in the print head;  
 Fig. 16A is a flow chart showing an example sequence of steps for a user registration;  
 Fig. 16B is a schematic diagram showing a system comprising a host device and a printing apparatus to illustrate mainly a flow of data in the process of Fig. 16A;  
 Fig. 17 is an example pattern output during the process of the user registration of Fig. 16A;  
 Figs. 18A to 18C are enlarged views of those patterns in Fig. 17 which are used for even-odd registration, with Fig. 18A representing a state in which ink dots from the even-numbered nozzles and ink dots from the odd-numbered nozzles are printed at

the correct positions, Fig. 18B representing a state in which the ink dots from both of the even- and odd-numbered nozzles are shifted one pixel, and Fig. 18C representing a state in which they are shifted two pixels;

Figs. 19A and 19B are explanatory diagrams showing enlarged those patterns in Fig. 17 which are used for bi-directional registration and explaining about the printing method, with Fig. 19A representing a state in which ink dots formed by the forward scan and ink dots formed by the backward scan are printed at correct positions, and with Fig. 19B representing a state in which the ink dots formed by both the forward and backward scans deviate;

Fig. 20 is a diagram showing a map of storage area of EEPROM provided in the printing apparatus in which to store a registration value;

Figs. 21A to 21D are examples of automatic correction tables used for bi-directional registration considering a carriage speed and a paper gap;

Fig. 22 is a diagram showing changes in the value of registration table according to variations of ink ejection speed of the head;

Fig. 23 is an example of automatic correction table considering the ink ejection speed factor shown in Fig. 22;

Fig. 24 is an example of head check pattern used to check for the necessity of registration;

Fig. 25 is an example of nozzle arrangement on the print head used in another embodiment of the present invention;

Figs. 26A to 26D are enlarged views of patterns for registration formed by using the head of Fig. 25;

Fig. 27 is a perspective view showing simplified serial type color printer;

Figs. 28A and 28B are a diagram showing an example of nozzle arrangement on the print head to realize a high resolution and a diagram showing a problem in realizing the high resolution, respectively;

Fig. 29 is a schematic diagram for explaining an interlace printing method adopted in still another embodiment of the present invention;

Fig. 30 is a graph showing one example relation between an ink ejection speed of the print head and an adjustment value for registration for each of maximum, median and minimum tolerances of platen-to-carriage distance or gap in the printer body of one embodiment of the invention;

Fig. 31 is a flow chart showing an example procedure for determining an adjustment value for registration based on information from the printer body and the print head;

Fig. 32 shows an example of adjustment value table of for registration using the relationship of Fig. 30;

Fig. 33 is a diagram explaining how the ink ejection speed changes with the temperature of the print head;

Fig. 34 is an example of adjustment value table of for registration considering the temperature changes of the print head;

Fig. 35 is an example pattern output during the user registration processing considering characteristic variations of the printer body and the print head that affect bi-directional registration;

Fig. 36 is a diagram explaining changes in the bi-directional registration value with respect to the ink ejection speed for different drive frequencies; and

Fig. 37 is an example of adjustment value table of for registration using the relationship of Fig. 36.

**[0034]** Embodiments of the printing apparatus according to the present invention will be described by referring to the accompanying drawings.

**[0035]** In the following description we take up as an example a printing apparatus using an ink jet printing system.

**[0036]** In this specification, a word "print" (or "record") refers to not only forming significant information, such as characters and figures, but also forming images, designs or patterns on printing medium and processing media, whether the information is significant or insignificant or whether it is visible so as to be perceived by humans.

**[0037]** The word "print medium" or "print sheet" include not only paper used in common printing apparatus, but cloth, plastic films, metal plates, glass, ceramics, wood, leather or any other material that can receive ink. This word will be also referred to "paper".

**[0038]** Further, the word "ink" (or "liquid") should be interpreted in its wide sense as with the word "print" and refers to liquid that is applied to the printing medium to form images, designs or patterns, process the printing medium or process ink (for example, coagulate or make insoluble a colorant in the ink applied to the printing medium).

## 1. Apparatus Body

**[0039]** Figs. 1 and 2 show an outline construction of a printer using an ink jet printing system. In Fig. 1, a housing of a printer body M1000 of this embodiment has an enclosure member, including a lower case M1001, an upper case M1002, an access cover M1003 and a discharge tray M1004, and a chassis M3019 (see Fig. 2) accommodated in the enclosure member.

**[0040]** The chassis M3019 is made of a plurality of plate-like metal members with a predetermined rigidity to form a skeleton of the printing apparatus and holds various printing operation mechanisms described later.

**[0041]** The lower case M1001 forms roughly a lower half of the housing of the printer body M1000 and the upper case M1002 forms roughly an upper half of the printer body M1000. These upper and lower cases, when combined, form a hollow structure having an accommodation space therein to accommodate various

mechanisms described later. The printer body M1000 has an opening in its top portion and front portion.

**[0042]** The discharge tray M1004 has one end portion thereof rotatably supported on the lower case M1001.

5 The discharge tray M1004, when rotated, opens or closes an opening formed in the front portion of the lower case M1001. When the print operation is to be performed, the discharge tray M1004 is rotated forwardly to open the opening so that printed sheets can be discharged and successively stacked. The discharge tray M1004 accommodates two auxiliary trays M1004a, M1004b. These auxiliary trays can be drawn out forwardly as required to expand or reduce the paper support area in three steps.

10 **[0043]** The access cover M1003 has one end portion thereof rotatably supported on the upper case M1002 and opens or closes an opening formed in the upper surface of the upper case M1002. By opening the access cover M1003, a print head cartridge H1000 or an ink tank H1900 installed in the body can be replaced. When the access cover M1003 is opened or closed, a projection formed at the back of the access cover, not shown here, pivots a cover open/close lever. Detecting the pivotal position of the lever as by a micro-switch and so on can determine whether the access cover is open or closed.

15 **[0044]** At the upper rear surface of the upper case M1002 a power key E0018, a resume key E0019 and an LED E0020 are provided. When the power key E0018 is pressed, the LED E0020 lights up indicating to an operator that the apparatus is ready to print. The LED E0020 has a variety of display functions, such as alerting the operator to printer troubles as by changing its blinking intervals and color. Further, a buzzer E0021 (Fig. 7) may be sounded. When the trouble is eliminated, the resume key E0019 is pressed to resume the printing.

## 2. Printing Operation Mechanism

20 **[0045]** Next, a printing operation mechanism installed and held in the printer body M1000 according to this embodiment will be explained.

**[0046]** The printing operation mechanism in this embodiment comprises: an automatic sheet feed unit M3022 to automatically feed a print sheet into the printer body; a sheet transport unit M3029 to guide the print sheets, fed one at a time from the automatic sheet feed unit, to a predetermined print position and to guide the print sheet from the print position to a discharge unit M3030; a print unit to perform a desired printing on the print sheet carried to the print position; and an ejection performance recovery unit M5000 to recover the ink ejection performance of the print unit.

25 **[0047]** Here, the print unit will be described. The print unit comprises a carriage M4001 movably supported on a carriage shaft M4021 and a print head cartridge H1000 removably mounted on the carriage M4001.



## 2.1 Print Head Cartridge

[0048] First, the print head cartridge used in the print unit will be described with reference to Figs. 3 to 5.

[0049] The print head cartridge H1000 in this embodiment, as shown in Fig. 3, has an ink tank H1900 containing inks and a print head H1001 for ejecting ink supplied from the ink tank H1900 out through nozzles according to print information. The print head H1001 is of a so-called cartridge type in which it is removably mounted to the carriage M4001 described later.

[0050] The ink tank for this print head cartridge H1000 consists of separate ink tanks H1900 of, for example, black, light cyan, light magenta, cyan, magenta and yellow to enable color printing with as high an image quality as photograph. As shown in Fig. 4, these individual ink tanks are removably mounted to the print head H1001.

[0051] Then, the print head H1001, as shown in the perspective view of Fig. 5, comprises a print element substrate H1100, a first plate H1200, an electric wiring board H1300, a second plate H1400, a tank holder H1500, a flow passage forming member H1600, a filter H1700 and a seal rubber H1800.

[0052] The print element silicon substrate H1100 has formed in one of its surfaces, by the film deposition technology, a plurality of print elements to produce energy for ejecting ink and electric wires, such as aluminum, for supplying electricity to individual print elements. A plurality of ink passages and a plurality of nozzles H1100T, both corresponding to the print elements, are also formed by the photolithography technology. In the back of the print element substrate H1100, there are formed ink supply ports for supplying ink to the plurality of ink passages. The print element substrate H1100 is securely bonded to the first plate H1200 which is formed with ink supply ports H1201 for supplying ink to the print element substrate H1100. The first plate H1200 is securely bonded with the second plate H1400 having an opening. The second plate H1400 holds the electric wiring board H1300 to electrically connect the electric wiring board H1300 with the print element substrate H1100. The electric wiring board H1300 is to apply electric signals for ejecting ink to the print element substrate H1100, and has electric wires associated with the print element substrate H1100 and external signal input terminals H1301 situated at electric wires' ends for receiving electric signals from the printer body. The external signal input terminals H1301 are positioned and fixed at the back of a tank holder H1500 described later.

[0053] The tank holder H1500 that removably holds the ink tank H1900 is securely attached, as by ultrasonic fusing, with the flow passage forming member H1600 to form an ink passage H1501 from the ink tank H1900 to the first plate H1200. At the ink tank side end of the ink passage H1501 that engages with the ink tank H1900, a filter H1700 is provided to prevent external dust from entering. A seal rubber H1800 is provided at a portion where the filter H1700 engages the ink tank H1900, to

prevent evaporation of the ink from the engagement portion.

[0054] As described above, the tank holder unit, which includes the tank holder H1500, the flow passage forming member H1600, the filter H1700 and the seal rubber H1800, and the print element unit, which includes the print element substrate H1100, the first plate H1200, the electric wiring board H1300 and the second plate H1400, are combined as by adhesives to form the print head H1001.

## 2.2 Carriage

[0055] Next, by referring to Fig. 2, the carriage M4001 carrying the print head cartridge H1000 will be explained.

[0056] As shown in Fig. 2, the carriage M4001 has a carriage cover M4002 for guiding the print head H1001 to a predetermined mounting position on the carriage M4001, and a head set lever M4007 that engages and presses against the tank holder H1500 of the print head H1001 to set the print head H1001 at a predetermined mounting position.

[0057] That is, the head set lever M4007 is provided at the upper part of the carriage M4001 so as to be pivotable about a head set lever shaft. There is a spring-loaded head set plate (not shown) at an engagement portion where the carriage M4001 engages the print head H1001. With the spring force, the head set lever M4007 presses against the print head H1001 to mount it on the carriage M4001.

[0058] At another engagement portion of the carriage M4001 with the print head H1001, there is provided a contact flexible printed cable (see Fig. 7: simply referred to as a contact FPC hereinafter) E0011 whose contact portion electrically contacts a contact portion (external signal input terminals) H1301 provided in the print head H1001 to transfer various information for printing and supply electricity to the print head H1001.

[0059] Between the contact portion of the contact FPC E0011 and the carriage M4001 there is an elastic member not shown, such as rubber. The elastic force of the elastic member and the pressing force of the head set lever spring combine to ensure a reliable contact between the contact portion of the contact FPC E0011 and the carriage M4001. Further, the contact FPC E0011 is connected to a carriage substrate E0013 mounted at the back of the carriage M4001 (see Fig. 7).

## 3. Scanner

[0060] The printer of this embodiment can mount a scanner in the carriage M4001 in place of the print head cartridge H1000 and be used as a reading device.

[0061] The scanner moves together with the carriage M4001 in the main scan direction, and reads an image on a document fed instead of the printing medium as the scanner moves in the main scan direction. Alternating

the scanner reading operation in the main scan direction and the document feed in the sub-scan direction enables one page of document image information to be read.

**[0062]** Figs. 6A and 6B show the scanner M6000 upside down to explain about its outline construction.

**[0063]** As shown in the figure, a scanner holder M6001 is shaped like a box and contains an optical system and a processing circuit necessary for reading. A reading lens M6006 is provided at a portion that faces the surface of a document when the scanner M6000 is mounted on the carriage M4001. The lens M6006 focuses light reflected from the document surface onto a reading unit inside the scanner to read the document image. An illumination lens M6005 has a light source not shown inside the scanner. The light emitted from the light source is radiated onto the document through the lens M6005.

**[0064]** The scanner cover M6003 secured to the bottom of the scanner holder M6001 shields the interior of the scanner holder M6001 from light. Louver-like grip portions are provided at the sides to improve the ease with which the scanner can be mounted to and dismounted from the carriage M4001. The external shape of the scanner holder M6001 is almost similar to that of the print head H1001, and the scanner can be mounted to or dismounted from the carriage M4001 in a manner similar to that of the print head H1001.

**[0065]** The scanner holder M6001 accommodates a substrate having a reading circuit, and a scanner contact PCB M6004 connected to this substrate is exposed outside. When the scanner M6000 is mounted on the carriage M4001, the scanner contact PCB M6004 contacts the contact FPC E0011 of the carriage M4001 to electrically connect the substrate to a control system on the printer body side through the carriage M4001.

#### 4. Example Configuration of Printer Electric Circuit

**[0066]** Next, an electric circuit configuration in this embodiment of the invention will be explained.

**[0067]** Fig. 7 schematically shows the overall configuration of the electric circuit in this embodiment.

**[0068]** The electric circuit in this embodiment comprises mainly a carriage substrate (CRPCB) E0013, a main PCB (printed circuit board) E0014 and a power supply unit E0015.

**[0069]** The power supply unit E0015 is connected to the main PCB E0014 to supply a variety of drive power.

**[0070]** The carriage substrate E0013 is a printed circuit board unit mounted on the carriage M4001 (Fig. 2) and functions as an interface for transferring signals to and from the print head through the contact FPC E0011. In addition, based on a pulse signal output from an encoder sensor E0004 as the carriage M4001 moves, the carriage substrate E0013 detects a change in the positional relation between an encoder scale E0005 and the encoder sensor E0004 and sends its output signal to the

main PCB E0014 through a flexible flat cable (CRFFC) E0012.

**[0071]** Further, the main PCB E0014 is a printed circuit board unit that controls the operation of various parts of the ink jet printing apparatus in this embodiment, and has I/O ports for a paper end sensor (PE sensor) E0007, an automatic sheet feeder (ASF) sensor E0009, a cover sensor E0022, a parallel interface (parallel I/F) E0016, a serial interface (Serial I/F) E0017, a resume key E0019, an LED E0020, a power key E0018 and a buzzer E0021. The main PCB E0014 is connected to and controls a motor (CR motor) E0001 that constitutes a drive source for moving the carriage M4001 in the main scan direction; a motor (LF motor) E0002 that constitutes a drive source for transporting the printing medium; and a motor (PG motor) E0003 that performs the functions of recovering the ejection performance of the print head and feeding the printing medium. The main PCB E0014 also has connection interfaces with an ink empty sensor E0006, a gap sensor E0008, a PG sensor E0010, the CRFFC E0012 and the power supply unit E0015.

**[0072]** Fig. 8 is a diagram showing the relation between Figs. 8A and 8B, and Figs. 8A and 8B are block diagrams showing an inner configuration of the main PCB E0014.

**[0073]** Reference number E1001 represents a CPU, which has a clock generator (CG) E1002 connected to an oscillation circuit E1005 to generate a system clock based on an output signal E1019 of the oscillation circuit E1005. The CPU E1001 is connected to an ASIC (application specific integrated circuit) and a ROM E1004 through a control bus E1014. According to a program stored in the ROM E1004, the CPU E1001 controls the ASIC E1006, checks the status of an input signal E1017 from the power key, an input signal E1016 from the resume key, a cover detection signal E1042 and a head detection signal (HSENS) E1013, drives the buzzer E0021 according to a buzzer signal (BUZ) E1018, and checks the status of an ink empty detection signal (INKS) E1011 connected to a built-in A/D converter E1003 and of a temperature detection signal (TH) E1012 from a thermistor. The CPU E1001 also performs various other logic operations and makes conditional decisions to control the operation of the ink jet printing apparatus.

**[0074]** The head detection signal E1013 is a head mount detection signal entered from the print head cartridge H1000 through the flexible flat cable E0012, the carriage substrate E0013 and the contact FPC E0011. The ink empty detection signal E1011 is an analog signal output from the ink empty sensor E0006. The temperature detection signal E1012 is an analog signal from the thermistor (not shown) provided on the carriage substrate E0013.

**[0075]** Designated E1008 is a CR motor driver that uses a motor power supply (VM) E1040 to generate a CR motor drive signal E1037 according to a CR motor con-

control signal E1036 from the ASIC E1006 to drive the CR motor E0001. E1009 designates an LF/PG motor driver which uses the motor power supply E1040 to generate an LF motor drive signal E1035 according to a pulse motor control signal (PM control signal) E1033 from the ASIC E1006 to drive the LF motor. The LF/PG motor driver E1009 also generates a PG motor drive signal E1034 to drive the PG motor.

**[0076]** Designated E1010 is a power supply control circuit which controls the supply of electricity to respective sensors with light emitting elements according to a power supply control signal E1024 from the ASIC E1006. The parallel I/F E0016 transfers a parallel I/F signal E1030 from the ASIC E1006 to a parallel I/F cable E1031 connected to external circuits and also transfers a signal of the parallel I/F cable E1031 to the ASIC E1006. The serial I/F E0017 transfers a serial I/F signal E1028 from the ASIC E1006 to a serial I/F cable E1029 connected to external circuits, and also transfers a signal from the serial I/F cable E1029 to the ASIC E1006.

**[0077]** The power supply unit E0015 provides a head power signal (VH) E1039, a motor power signal (VM) E1040 and a logic power signal (VDD) E1041. A head power ON signal (VHON) E1022 and a motor power ON signal (VMON) E1023 are sent from the ASIC E1006 to the power supply unit E0015 to perform the ON/OFF control of the head power signal E1039 and the motor power signal E1040. The logic power signal (VDD) E1041 supplied from the power supply unit E0015 is voltage-converted as required and given to various parts inside or outside the main PCB E0014.

**[0078]** The head power signal E1039 is smoothed by a circuit of the main PCB E0014 and then sent out to the flexible flat cable E0011 to be used for driving the print head cartridge H1000. E1007 denotes a reset circuit which detects a reduction in the logic power signal E1041 and sends a reset signal (RESET) to the CPU E1001 and the ASIC E1006 to initialize them.

**[0079]** The ASIC E1006 is a single-chip semiconductor integrated circuit and is controlled by the CPU E1001 through the control bus E1014 to output the CR motor control signal E1036, the PM control signal E1033, the power supply control signal E1024, the head power ON signal E1022 and the motor power ON signal E1023. It also transfers signals to and from the parallel interface E0016 and the serial interface E0017. In addition, the ASIC E1006 detects the status of a PE detection signal (PES) E1025 from the PE sensor E0007, an ASF detection signal (ASFS) E1026 from the ASF sensor E0009, a gap detection signal (GAPS) E1027 from the GAP sensor E0008 for detecting a gap between the print head and the printing medium, and a PG detection signal (PGS) E1032 from the PG sensor E0010, and sends data representing the statuses of these signals to the CPU E1001 through the control bus E1014. Based on the data received, the CPU E1001 controls the operation of an LED drive signal E1038 to turn on or off the LED E0020.

**[0080]** Further, the ASIC E1006 checks the status of an encoder signal (ENC) E1020, generates a timing signal, interfaces with the print head cartridge H1000 and controls the print operation by a head control signal E1021. The encoder signal (ENC) E1020 is an output signal of the CR encoder sensor E0004 received through the flexible flat cable E0012. The head control signal E1021 is sent to the print head H1001 through the flexible flat cable E0012, carriage substrate E0013 and contact FPC E0011.

**[0081]** Fig. 9 is a diagram showing the relation between Figs. 9A and 9B, and Figs. 9A and 9B are block diagrams showing an example internal configuration of the ASIC E1006.

**[0082]** In these figures, only the flow of data, such as print data and motor control data, associated with the control of the head and various mechanical components is shown between each block, and control signals and clock associated with the read/write operation of the registers incorporated in each block and control signals associated with the DMA control are omitted to simplify the drawing.

**[0083]** In the figures, reference number E2002 represents a PLL controller which, based on a clock signal (CLK) E2031 and a PLL control signal (PLLON) E2033 output from the CPU E1001, generates a clock (not shown) to be supplied to the most part of the ASIC E1006.

**[0084]** Denoted E2001 is a CPU interface (CPU I/F) E2001, which controls the read/write operation of register in each block, supplies a clock to some blocks and accepts an interrupt signal (none of these operations are shown) according to a reset signal E1015, a software reset signal (PDWN) E2032 and a clock signal (CLK) E2031 output from the CPU E1001, and control signals from the control bus E1014. The CPU I/F E2001 then outputs an interrupt signal (INT) E2034 to the CPU E1001 to inform it of the occurrence of an interrupt within the ASIC E1006.

**[0085]** E2005 denotes a DRAM which has various areas for storing print data, such as a reception buffer E2010, a work buffer E2011, a print buffer E2014 and a development data buffer E2016. The DRAM E2005 also has a motor control buffer E2023 for motor control and, as buffers used instead of the above print data buffers during the scanner operation mode, a scanner input buffer E2024, a scanner data buffer E2026 and an output buffer E2028.

**[0086]** The DRAM E2005 is also used as a work area by the CPU E1001 for its own operation. Designated E2004 is a DRAM control unit E2004 which performs read/write operations on the DRAM E2005 by switching between the DRAM access from the CPU E1001 through the control bus and the DRAM access from a DMA control unit E2003 described later.

**[0087]** The DMA control unit E2003 accepts request signals (not shown) from various blocks and outputs address signals and control signals (not shown) and, in the

case of write operation, write data E2038, E2041, E2044, E2053, E2055, E2057 etc. to the DRAM control unit to make DRAM accesses. In the case of read operation, the DMA control unit E2003 transfers the read data E2040, E2043, E2045, E2051, E2054, E2056, E2058, E2059 from the DRAM control unit E2004 to the requesting blocks.

**[0088]** Denoted E2006 is an IEEE 1284 I/F which functions as a bi-directional communication interface with external host devices, not shown, through the parallel I/F E0016 and is controlled by the CPU E1001 via CPU I/F E2001. During the printing operation, the IEEE 1284 I/F E2006 transfers the receive data (PIF receive data E2036) from the parallel I/F E0016 to a reception control unit E2008 by the DMA processing. During the scanner reading operation, the 1284 I/F E2006 sends the data (1284 transmit data (RDPIF) E2059) stored in the output buffer E2028 in the DRAM E2005 to the parallel I/F E0016 by the DMA processing.

**[0089]** Designated E2007 is a universal serial bus (USB) I/F which offers a bi-directional communication interface with external host devices, not shown, through the serial I/F E0017 and is controlled by the CPU E1001 through the CPU I/F E2001. During the printing operation, the universal serial bus (USB) I/F E2007 transfers received data (USB receive data E2037) from the serial I/F E0017 to the reception control unit E2008 by the DMA processing. During the scanner reading, the universal serial bus (USB) I/F E2007 sends data (USB transmit data (RDUSB) E2058) stored in the output buffer E2028 in the DRAM E2005 to the serial I/F E0017 by the DMA processing. The reception control unit E2008 writes data (WDIF E2038) received from the 1284 I/F E2006 or universal serial bus (USB) I/F E2007, whichever is selected, into a reception buffer write address managed by a reception buffer control unit E2039.

**[0090]** Designated E2009 is a compression/decompression DMA controller which is controlled by the CPU E1001 through the CPU I/F E2001 to read received data (raster data) stored in a reception buffer E2010 from a reception buffer read address managed by the reception buffer control unit E2039, compress or decompress the data (RDWK) E2040 according to a specified mode, and write the data as a print code string (WDWK) E2041 into the work buffer area.

**[0091]** Designated E2013 is a print buffer transfer DMA controller which is controlled by the CPU E1001 through the CPU I/F E2001 to read print codes (RDWP) E2043 on the work buffer E2011 and rearrange the print codes onto addresses on the print buffer E2014 that match the sequence of data transfer to the print head cartridge H1000 before transferring the codes (WDWP E2044). Reference number E2012 denotes a work area DMA controller which is controlled by the CPU E1001 through the CPU I/F E2001 to repetitively write specified work fill data (WDWF) E2042 into the area of the work buffer whose data transfer by the print buffer transfer DMA controller E2013 has been completed.

**[0092]** Designated E2015 is a print data development DMA controller E2015, which is controlled by the CPU E1001 through the CPU I/F E2001. Triggered by a data development timing signal E2050 from a head control unit E2018, the print data development DMA controller E2015 reads the print code that was rearranged and written into the print buffer and the development data written into the development data buffer E2016 and writes developed print data (RDHDG) E2045 into the column buffer E2017 as column buffer write data (WDHDG) E2047. The column buffer E2017 is an SRAM that temporarily stores the transfer data (developed print data) to be sent to the print head cartridge H1000, and is shared and managed by both the print data development DMA CONTROLLER and the head control unit through a handshake signal (not shown).

**[0093]** Designated E2018 is a head control unit E2018 which is controlled by the CPU E1001 through the CPU I/F E2001 to interface with the print head cartridge H1000 or the scanner through the head control signal. It also outputs a data development timing signal E2050 to the print data development DMA controller according to a head drive timing signal E2049 from the encoder signal processing unit E2019.

**[0094]** During the printing operation, the head control unit E2018, when it receives the head drive timing signal E2049, reads developed print data (RDHD) E2048 from the column buffer and outputs the data to the print head cartridge H1000 as the head control signal E1021.

**[0095]** In the scanner reading mode, the head control unit E2018 DMA-transfers the input data (WDHD) E2053 received as the head control signal E1021 to the scanner input buffer E2024 on the DRAM E2005. Designated E2025 is a scanner data processing DMA controller E2025 which is controlled by the CPU E1001 through the CPU I/F E2001 to read input buffer read data (RDAV) E2054 stored in the scanner input buffer E2024 and writes the averaged data (WDAV) E2055 into the scanner data buffer E2026 on the DRAM E2005.

**[0096]** Designated E2027 is a scanner data compression DMA controller which is controlled by the CPU E1001 through the CPU I/F E2001 to read processed data (RDYC) E2056 on the scanner data buffer E2026, perform data compression, and write the compressed data (WDYC) E2057 into the output buffer E2028 for transfer.

**[0097]** Designated E2019 is an encoder signal processing unit which, when it receives an encoder signal (ENC), outputs the head drive timing signal E2049 according to a mode determined by the CPU E1001. The encoder signal processing unit E2019 also stores in a register information on the position and speed of the carriage M4001 obtained from the encoder signal E1020 and presents it to the CPU E1001. Based on this information, the CPU E1001 determines various parameters for the CR motor E0001. Designated E2020 is a CR motor control unit which is controlled by the CPU E1001 through the CPU I/F E2001 to output the CR mo-

tor control signal E1036.

[0098] Denoted E2022 is a sensor signal processing unit which receives detection signals E1032, E1025, E1026 and E1027 output from the PG sensor E0010, the PE sensor E0007, the ASF sensor E0009 and the gap sensor E0008, respectively, and transfers these sensor information to the CPU E1001 according to the mode determined by the CPU E1001. The sensor signal processing unit E2022 also outputs a sensor detection signal E2052 to a DMA controller E2021 for controlling LF/PG motor.

[0099] The DMA controller E2021 for controlling LF/PG motor is controlled by the CPU E1001 through the CPU I/F E2001 to read a pulse motor drive table (RDPM) E2051 from the motor control buffer E2023 on the DRAM E2005 and output a pulse motor control signal E1033. Depending on the operation mode, the controller outputs the pulse motor control signal E1033 upon reception of the sensor detection signal as a control trigger.

[0100] Designated E2030 is an LED control unit which is controlled by the CPU E1001 through the CPU I/F E2001 to output an LED drive signal E1038. Further, designated E2029 is a port control unit which is controlled by the CPU E1001 through the CPU I/F E2001 to output the head power ON signal E1022, the motor power ON signal E1023 and the power supply control signal E1024.

## 5. Operation of Printer

[0101] Next, the operation of the ink jet printing apparatus in this embodiment of the invention with the above configuration will be explained by referring to the flow chart of Fig. 10.

[0102] When the printer body M1000 is connected to an AC power supply, a first initialization is performed at step S1. In this initialization process, the electric circuit system including the ROM and RAM in the apparatus is checked to confirm that the apparatus is electrically operable.

[0103] Next, step S2 checks if the power key E0018 on the upper case M1002 of the printer body M1000 is turned on. When it is decided that the power key E0018 is pressed, the processing moves to the next step S3 where a second initialization is performed.

[0104] In this second initialization, a check is made of various drive mechanisms and the print head of this apparatus. That is, when various motors are initialized and head information is read, it is checked whether the apparatus is normally operable.

[0105] Next, steps S4 waits for an event. That is, this step monitors a demand event from the external I/F, a panel key event from the user operation and an internal control event and, when any of these events occurs, executes the corresponding processing.

[0106] When, for example, step S4 receives a print command event from the external I/F, the processing

moves to step S5. When a power key event from the user operation occurs at step S4, the processing moves to step S10. If another event occurs, the processing moves to step S11.

[0107] Step S5 analyzes the print command from the external I/F, checks a specified paper kind, paper size, print quality, paper feeding method and others, and stores data representing the check result into the DRAM E2005 of the apparatus before proceeding to step S6.

[0108] Next, step S6 starts feeding the paper according to the paper feeding method specified by the step S5 until the paper is situated at the print start position. The processing moves to step S7.

[0109] At step S7 the printing operation is performed. In this printing operation, the print data sent from the external I/F is stored temporarily in the print buffer. Then, the CR motor E0001 is started to move the carriage M4001 in the main-scanning direction. At the same time, the print data stored in the print buffer E2014 is transferred to the print head H1001 to print one line. When one line of the print data has been printed, the LF motor E0002 is driven to rotate the LF roller M3001 to transport the paper in the subscanning direction. After this, the above operation is executed repetitively until one page of the print data from the external I/F is completely printed, at which time the processing moves to step S8.

[0110] At step S8, the LF motor E0002 is driven to rotate the paper discharge roller M2003 to feed the paper until it is decided that the paper is completely fed out of the apparatus, at which time the paper is completely discharged onto the paper discharge tray M1004.

[0111] Next at step S9, it is checked whether all the pages that need to be printed have been printed and if there are pages that remain to be printed, the processing returns to step S5 and the steps S5 to S9 are repeated. When all the pages that need to be printed have been printed, the print operation is ended and the processing moves to step S4 waiting for the next event.

[0112] Step S10 performs the printing termination processing to stop the operation of the apparatus. That is, to turn off various motors and print head, this step renders the apparatus ready to be cut off from power supply and then turns off power, before moving to step S4 waiting for the next event.

[0113] Step S11 performs other event processing. For example, this step performs processing corresponding to the ejection performance recovery command from various panel keys or external I/F and the ejection performance recovery event that occurs internally. After the recovery processing is finished, the printer operation moves to step S4 waiting for the next event.

## 6. Head Configuration

[0114] The construction and arrangement of nozzles in the print head H1001 used in this embodiment will be described.

[0115] Fig. 11 is a schematic front view of the head

used in this embodiment to realize high resolution printing. In this example, two parallel columns each having 128 nozzles are spaced from each other in the main scan direction (carriage scan direction) and staggered or shifted by about 21  $\mu\text{m}$  from each other in the sub-scan direction (paper feed direction), with the 128 nozzles in each column arranged at a 600-DPI pitch (about 42  $\mu\text{m}$  pitch). These two nozzle columns are used for each color and therefore a total of 256 nozzles are used to achieve a 1200 DPI resolution for each color. Further, in the example shown, the print head has 12 such nozzle columns integrally arranged side by side in the main scan direction to produce six colors with the 1200 DPI resolution. In the process of manufacture, the columns of two adjoining colors are fabricated simultaneously in one chip and then three such chips are bonded side by side. Hence, the nozzle columns of two adjoining colors in each chip (a set of black (Bk) and light cyan (LC), a set of light magenta (LM) and cyan (C) and a set of magenta (M) and yellow (Y)) have more similar driving conditions than other colors. With this construction, simply adjusting the ejection timings of the two adjoining colors can realize the 1200 DPI printing resolution.

[0116] Various processing to achieve the object of the present invention by using the printing apparatus and head with the above construction will be explained in the following. The processing for obtaining a registration value described later can be defined as corresponding to the second initialization processing (step S3) in the procedure of Fig. 10 or to the other event processing (step S11). The adjustment value for registration obtained by these processing can be reflected on the printing operation (step S7).

## 7. Multi-pass Printing

[0117] Because this embodiment is intended to enable the printing of mainly photographic images with high resolution, a multi-pass printing is normally performed. Here, the multi-pass printing will be briefly explained.

[0118] Unlike a monochromatic printing that prints only characters such as letters, numbers and symbols, the color image printing must meet various requirements such as color development, grayscale characteristic and uniformity. As to the uniformity in particular, slight variations among individual nozzles that are produced during the manufacture of a multi-nozzle head formed integrally with many nozzles (in this specification the nozzle generally refers to an ejection opening, a liquid passage communicating with the ejection opening and an element for generating energy used to eject ink) influence the amounts of ink ejected from the individual nozzles and the directions of ink ejection during printing and eventually degrade the image quality in the form of density variations of the printed image.

[0119] Detailed examples will be explained by referring to Figs. 12A-12C, 13A-13C and 14A-14C. In Fig. 12A, designated 3001 is a multi-nozzle head, which is

shown to have only eight nozzles 3002 for simplicity. Denoted 3003 are ink droplets ejected from the nozzles 3002. It is ideal that the ink droplets are ejected in equal amounts and in the same direction. If ink ejection is done in this manner, ink dots of equal sizes land on the print medium, as shown in Fig. 12B, resulting in a uniform density distribution with no unevenness in density (Fig. 12C).

[0120] In reality, however, individual nozzles have their own variations and if the printing is done in a manner described above, the ink droplets ejected from individual nozzles vary in size and direction as shown in Fig. 13A, forming ink dots on the paper surface as shown in Fig. 13B. From this figure it is seen that a blank part appears cyclically in the head main scan direction, dots overlap excessively in other parts, or a white line occurs at the central part in the figure. The ink dots printed in this way produce a density distribution in the direction of nozzle arrangement or nozzle column as shown in Fig. 13C, which is perceived as unevenness in density by normal human eye.

[0121] To deal with the problem of the unevenness in density, the following method has been proposed.

[0122] This method will be explained by referring to Figs. 14A to 14C. Although the head 3001 is scanned three times as shown in Fig. 14A to complete the print in an area similar to that shown in Figs. 12A-12C and Figs. 13A-13C, an area of four pixels, one-half the vertically arranged eight pixels, is completed with two scans (passes). In this case, the eight nozzles of the head 3001 is divided into two halves, upper four nozzles and lower four nozzles, and the number of dots formed by one nozzle in one scan is equal to the image data culled to one-half according to a predetermined image data arrangement. During the second scan, dots are embedded at the remaining half of the image data to complete the print in the four-pixel area. This method of printing is called a multi-pass printing method. With this printing method, if a print head similar to the one shown in Fig. 13A is used, the individual nozzle influence on the printed image is halved, so that the printed image will be as shown in Fig. 14B, rendering the white lines or dark lines shown in Fig. 13B less noticeable. Hence, the unevenness in density is significantly improved as shown in Fig. 14C when compared with Fig. 13C.

[0123] While the same print area has been described to be completed in two scans, the multi-pass printing improves the image quality as the number of passes increases. This however elongates the print time, which means that there is a trade-off relation between the image quality and the print time. The printer of this embodiment, therefore, has provisions to enable not only a one-pass mode, which does not perform the multi-pass printing, but also multi-pass modes ranging from two passes to eight passes, allowing the user to select a desired print mode according to the kind of print medium and usage.

## 8. Adjustment of Dot Formation Position

[0124] The head H1001 used in the printer of this embodiment has the construction explained in Fig. 11 and can print at the resolution of 1200 DPI, as described above. The actual input data, however, has a maximum resolution of 600 DPI and one data is printed with  $2 \times 2 = 4$  pixels. Each input data has five grayscale levels and the dot arrangement for each grayscale level is determined in advance in the  $2 \times 2$ -pixel area so that, during printing, five grayscale levels can be represented in the  $2 \times 2$ -pixel area.

[0125] A major point of the invention concerns the adjustment of dot formation positions, i.e., the adjustment of ink droplet landing positions (also referred to as print position adjustment or registration). The printer of this embodiment has a means to perform the landing position adjustment during the forward scan and the backward scan in the bi-directional printing (bi-directional registration) and a means to perform the landing position adjustment on even-numbered rasters formed by even-numbered columns of nozzles in Fig. 11 and on odd-numbered rasters formed by odd-numbered columns of nozzles (O/E registration). The O/E registration depends on the condition of the head, such as head individuality, environment and printing history, while the bi-directional registration depends more on the printer body characteristics, such as the carriage encoder E0004 of the printer body and the distance between the carriage M4001 and a member (platen) restricting the printed surface of the print medium. In this embodiment, therefore, the adjustment value for the O/E registration is stored in a nonvolatile memory such as EEPROM provided at an appropriate location on the head H1001 and the adjustment value for the bi-directional registration is stored at time of shipping in a nonvolatile memory such as EEPROM provided at an appropriate location on the printer body. With these adjustment values provided in this manner, the user can obtain a printed medium on which dot print positions are adjusted at least at the start of the initial use.

[0126] The EEPROM of the head H1001 may store various other information characteristic of the head H1001 in addition to the adjustment value for the O/E registration. Although the construction and effect of the EEPROM on the print head H1001 used in this embodiment conform basically to those of the technology disclosed in Japanese Patent Application Laid-Open No. 6-320732 (1994), the content of the stored data in the printing apparatus of this embodiment will be described in detail.

[0127] Fig. 15 is a diagram showing the relation between Figs. 15A and 15B, Figs. 15A and 15B show an example of data stored in the EEPROM of the head. It is assumed that the following items and contents are stored in the EEPROM. They include "head version information" for updating the drive condition according to a renewed version of the head, "frame number" for pre-

venting erroneous reading of memory content, "head serial number" for identifying an individual head, "head drive conditions" (for three chips) for selecting an appropriate drive pulse for each chip (two colors in each chip) of the print head, "bi-directional registration data" for correcting print position deviations for the forward printing and backward printing (not used in this embodiment), "inter-color registration data" (for five colors) for correcting print position deviations of each color with respect to Bk color, "O/E registration data" (for six colors) for correcting the print position deviations between the odd- and even-numbered nozzle columns of each color, "ejection failure information" (for 12 columns) for representing positions of failed nozzles in each column, "ejection amount information" (for six colors) for representing the amount of ink ejected for each color, and "error check information".

[0128] Further, as shown in Figs. 15A and 15B, the same content is stored twice in the EEPROM to prevent erroneous retrieval of information.

[0129] When the user obtains a print head H1001, mounts it on the carriage M4001 of the printer body and turns on power, the control unit of the printer body reads the content of the EEPROM of the head H1001 and copies it to the EEPROM in the printer body. The EEPROM in the printer body has at least two memory locations to store adjustment value for the O/E registration and the bi-directional registration. At first, the same content is stored in these two memory locations.

[0130] Upon reception of the printing apparatus or according to the frequency of use, the user may activate the registration processing (hereinafter called a user registration).

[0131] Fig. 16A shows a sequence of steps performed by the user registration. Fig. 16B schematically illustrates a system comprising a host device and a printing apparatus to show the data flow during the user registration.

[0132] Using a printer driver PD, or a utility program, operating on a predetermined operating system OS of a host device HOST, which may be a personal computer, the user selects a registration mode with an input/display means CNSL including key, pointing device and display (step S2201). Then, the user sets a sheet of paper in the printer body M1000 and starts the printer (step S2202). The printer control unit PRC sends predetermined data to a drive unit HD of the head H1001, which then forms a pattern (Fig. 17) for registration (step S2203). Checking the printed pattern, the user enters an appropriate value into a predetermined area on the printer setting screen of the host device HOST (step S2004). The host device HOST, triggered by a command from the printer driver PD, transfers the registration data to the printer control unit PRC (step S2205). The transferred registration data is stored in the EEPROM 100 in the printer body (step S2206).

[0133] Fig. 17 shows patterns output by the user registration. In the figure, columns A to E are patterns for

the O/E registration of various colors of the head H1001, with the column A corresponding to black, column B to cyan, column C to magenta, column D to light cyan and column E to light magenta. Yellow is omitted from the user registration patterns because the visual check on a yellow pattern is difficult to make and because the dot position deviations of yellow do not pose so serious a problem as other colors. As described in Fig. 11, the nozzles for yellow are formed in the same chip in which nozzles for magenta are formed and therefore the drive condition for yellow nozzles is similar to that for the magenta nozzles. In this embodiment, therefore, at step S2205 in Fig. 16A the same values as the registration data for magenta are transferred to the printer body. Hence, the data stored in the EEPROM 100 at step S2206 covers six colors.

**[0134]** The numbers "+7" to "-3" on the left side of Fig. 17 represent the adjustment values for registration and the patterns with these adjustment values are the same. The patterns with these adjustment values, however, are printed by differentiating the relative ejection timings between the even-numbered nozzle column and the odd-numbered nozzle column. In the printer of this embodiment, the minimum unit for adjustment is one pixel and the ejection timing is changed in increments of one pixel. The adjustment value for the O/E registration is stored in the EEPROM 200 (Fig. 16B) at time of shipment, and the patterns at the "0" position (default value) are printed with the adjustment value that was set at time of shipment from factory.

**[0135]** As for other adjustment values "+7" to "+1" and "-1" to "-3", the ejection timing of the odd-numbered nozzle columns is changed from the default value to +7 pixels and to -3 pixels in increments of one pixel, with the ejection timing of the even-numbered nozzle columns fixed. The + direction is for increasing the ejection timing time difference between the even-numbered nozzle column and the odd-numbered nozzle column. As already mentioned, as the face of the head between the even-numbered nozzle column and the odd-numbered nozzle column is bulged by ink swelling or temperature rise, the two columns tend to widen with elapse of time. Thus, the adjustment range in the plus direction is set large, up to 7 pixels (about 147  $\mu\text{m}$ ), and the minus direction is set up to -3 pixels (63  $\mu\text{m}$ ). The user can choose the most smooth pattern from among the range "+7" to "-3".

**[0136]** All patterns for the O/E registration are printed by two-pass one-way printing (two forward or backward scans). The reason that the two-pass divided printing is used instead of one-pass printing is to ensure that the pattern smoothness is not impaired by factors other than the dot formation position deviations between the even- and odd-numbered columns, such as the individual nozzle variations. The reason that the one-way printing is performed is to ensure that the print is not affected by the dot formation position deviations between the forward and backward scans.

**[0137]** Figs. 18A to 18C are enlarged views of the O/

E registration patterns used in this embodiment. These are extracted from certain areas of the patterns that were printed by giving 25% of data to the 1200 DPI pixels, digitizing and printing the data. The digitizing method used is an error diffusion method, one method of dithering. Because the input resolution of the printer of this embodiment is 600 DPI at maximum, as already described, the printing with an input resolution of 1200 DPI is not actually performed but this test pattern is only for registration. The patterns themselves are stored in the memory of the printer body as bit maps of a predetermined size and are read and printed when the user registration is carried out. Of the patterns studied by the inventors, those that are digitized by a method belonging to the conditional decision making method, such as error diffusion method in dithering, or which have blue noise characteristics with the spatial frequency mainly shifted toward a high frequency side, are most desirable. "Desirable" means that a state in which the dot formation position deviations occur and a state in which they do not are easily distinguishable by visual check. Fig. 18A represents a state in which ink dots from the even-numbered nozzles and ink dots from the odd-numbered nozzles are printed at normal positions. Fig. 18B, on the other hand, represents a state in which both even- and odd-numbered dots are deviated by one pixel, and Fig. 18C represents a state in which they are deviated by two pixels. These differences are clearly distinguishable.

**[0138]** Applying this method to a random dithering method or an ordered dithering method using a matrix does not produce the effect described above. In the random dithering method, because the spatial frequency of the original pattern is distributed uniformly from low frequency to high frequency, deviations between the even-numbered rasters and the odd-numbered rasters do not result in a change in the spatial frequency distribution in the pattern. In the matrix-based ordered dithering, because the original image is completely cyclic, any deviation will cause a change in the spatial frequency of the pattern. However, because the entire pattern also changes similarly, regular alternations of dark and light parts rather than non-uniformity show. Such a pattern does not give a definite granular impression as in Figs. 18B and 18C. The main point of this embodiment takes advantage of the fact that the uniform patterns digitized by using the conditional decision making method such as error diffusion method and the patterns with blue noise characteristics have spatial frequencies significantly sensitive to the dot formation position deviations. Because such patterns are characterized in that their spatial frequencies, though not uniform as in the ordered dithering method, lie as a whole in a high frequency range, even a slight deviation between a layer of the even-numbered rasters and a layer of the odd-numbered rasters will result in an entirely different spatial frequency of the image as a whole. The blue noise characteristic described above is quoted from "Digital Half-



toning" by Robert Ulichney.

[0139] Referring again to Fig. 17, the column F is a pattern for bi-directional registration. A number of proposals for the bi-directional registration have been put forward and implemented as described above. The pattern of column F in this embodiment conforms to Japanese Patent Application Laid-Open No. 7-81190 (1995). This pattern allows easier visual check than that based on a line pattern, which is currently in a wider use, and makes it possible to detect a deviation of 1 pixel or smaller. The numbers at the left of the patterns "+3" to "-3" represent adjustment values for the bi-directional registration. In the bi-directional registration, the pattern at the "0" value (default value) is printed with the adjustment value that was set at time of shipment from factory, as in the O/E registration. The patterns corresponding to the adjustment values "+3" to "-3" are printed by shifting the ejection timing in increments of one pixel during the backward printing while fixing the ejection timing during the forward printing. All bi-directional registration patterns are printed by four-pass bi-directional printing. The reason for the use of the four-pass divided printing is to ensure that the smoothness of the pattern is not impaired as by variations of individual nozzles.

[0140] Figs. 19A and 19B are enlarged views of the bi-directional registration patterns and show how they are printed. A series of adjustment in this embodiment also performs the O/E registration at the same time. To prevent the dot formation position deviations between the even- and odd-numbered columns from affecting the pattern, the print data only exists in the even-numbered rasters. The even-numbered rasters are printed every other dot and this is a limit pixel pitch (distance) at which the overlapping between the adjoining dots does not occur. With this setting, it is possible to make the printed image to react sensitively to a small dot formation position deviation.

[0141] In this embodiment, one raster of image is completed by four print scans. The first pass and third pass are printed by the forward scans while the second and fourth passes are printed by the backward scans. A 16-pixel forward printing area and a 16-pixel backward printing area are alternated as shown, with each area printed in two divided passes, first pass and third pass (or second pass and fourth pass).

[0142] When a bi-directional dot position deviation occurs, a black or white line appears at a boundary between the forward print area and the backward print area as shown in Fig. 19B. The width of each print area is about 336  $\mu\text{m}$  and these vertical black or white lines 336  $\mu\text{m}$  long are actually perceived by human eye as gray scale variations appearing at regular intervals in the lateral directions. The user can choose a uniform pattern with the fewest white lines.

[0143] The user then enters the adjustment value matching the selected pattern through the printer driver of the host device. The value thus entered is stored in the EEPROM 100 of the printer body.

[0144] Fig. 20 schematically shows a simplified adjustment value write area in the EEPROM 100 in the printer body. The adjustment value for registration stored at time of shipment and the data read from the EEPROM 200 of the print head H1001 when the head is mounted are always stored in an area A. Then, when the user registration is to be carried out, the value in the area A is set as default (0) and patterns (Fig. 17) are output. The adjustment value entered by the user through the printer driver is stored in the area B. In the second or subsequent user registration the data in the area B is written over and the value stored in the area A is not changed. The value in the area A is only updated when the head is replaced or serviced. During the normal printing, the printing operation is performed by using an adjustment value obtained by adding the value of area B to the value of area A.

#### 9. Correction of Registration Value according to Mode

[0145] The printer used in this embodiment outputs photographic images with high quality and allows the user to select between two carriage speeds according to usage: a mode in which the scan is performed at a carriage speed corresponding to the high image quality output (HQ mode) and a mode in which the scan is performed at a carriage speed about two times faster (HS mode).

[0146] This printing apparatus of this embodiment has a mechanism that enables adjustment in two steps of the distance from the platen to the carriage M4001 (referred to as a gap) to deal with such print media as thick sheets and envelopes. The gap can be set either to a standard position for normal printing or to a thick sheet position for printing thick sheets. The gap is adjusted by the user operating a gap adjust lever M2015 (Fig. 1). There is a gap sensor E0008 to check whether the present gap is in the thick sheet position or the standard position. Hence, the printer body can perform the print control according to the present gap position.

[0147] The gap adjust mechanism will be briefly explained. A sliding shaft of the carriage M4001 is mounted, under a force of an urging member such as spring, to a pair of gap adjust plates through a gap adjust lever 2015 at one end thereof and through a cam member at the other end. These gap adjust plates are adjustably fixed to the chassis of the printing apparatus so that the distance between the ejection surface of the print head cartridge H1000 and the print medium support surface of the platen can be set to an appropriate one.

[0148] Further, the gap adjust lever 2015 can be selectively set in two stop positions, an upper end position shown in Fig. 1 and a lower end position not shown, through the action of a spring. When it is moved to the lower end position, the carriage M4001 is retracted about 0.6 mm from the platen. Hence, when the print medium is thick, like an envelope, the gap adjust lever 2015 can be moved to the lower end position in ad-

vance. Further, the gap sensor detects the state of the gap adjust lever 2015. When the print medium feeding operation starts, it is checked whether the gap adjust lever 2015 is set in an appropriate position. When the lever position is found to be inappropriate, a warning message or buzzer is issued to alert the operator, preventing the printing operation from being executed under inappropriate condition.

[0149] In the O/E registration and in the bi-directional registration, the appropriate adjustment value also changes according to the carriage speed and the gap. This embodiment has a mechanism that automatically carries out the registration according to these information.

[0150] Figs. 21A-21D show examples of automatic correction tables used for the bi-directional registration. In the printer of this embodiment, the carriage speed is 20.83 inches/m in the HS mode and 12.5 inches/m in the HQ mode, and the speed at which ink is ejected from the nozzles of the head is 15 m/s in standard. The distance from the head face to the paper surface is 1.3 mm for the standard position and 1.9 mm for the thick sheet position. Suppose the printer is set in the HQ mode and in the standard gap position. If the ink is ejected at exactly the same position in the forward scan and in the backward scan, the distance between a dot printed in the forward scan and a dot printed in the backward scan is about 55  $\mu$ m. Because the resolution of the printer of this embodiment can be adjusted in units of one pixel (21  $\mu$ m), an adjustment of three pixels is required at default setting. In the HS mode, on the other hand, the deviation between the two dots is 92  $\mu$ m, which requires adjustment of four pixels. When only the gap is set to the thick sheet position with the carriage speed remaining in the HQ mode, the deviation is 80  $\mu$ m, which requires a four-pixel adjustment. When the HS mode and the thick sheet position are set, the deviation is 134  $\mu$ m, which requires correction of six pixels. From these results a table shown in Fig. 21A is generated.

[0151] In this embodiment, the actual printing is done according to the value shown in the table of Fig. 21 by adding the value entered during the user registration to the registration adjustment value adopted at time of shipment from factory.

[0152] The above tables may not be determined only by calculations. For example, the adjustment value for a bi-directional printing that attempts to produce a uniform image with multiple passes may be slightly different from the adjustment value for a bi-directional printing that aims to produce a good ruled line with one pass. A possible explanation for this may be that in the multi-pass printing the nozzles in the nozzle column are selected in a scattered manner and driven, causing only a small temperature rise, while in the one-pass printing the number of nozzles driven simultaneously is large, causing a large temperature rise. An appropriate adjustment value needs to be set depending on what purpose the HS mode, HQ mode, standard position and thick

sheet position are used for. Suppose, for example, an appropriate adjustment value used when ruled lines are printed in one pass is larger by "1" than the appropriate adjustment value used when a uniform halftone is printed in multiple passes. In this case, if only the one-pass monochromatic printing is performed in the HS mode, the registration for the HS mode should place an emphasis on the ruled line pattern. That is, a value larger by "1" may be written in advance into the table of Fig. 21A only in the HS mode column, as shown in Fig. 21B.

[0153] Further, the adjustment value for the bi-directional registration also changes slightly due to variations in the ejection speed of the print head. The ejection speed of the head used in this embodiment is 15 m/s at the center but actually it varies in a range of 12-18 m/s.

[0154] Fig. 22 shows changes in the appropriate registration table value with respect to the ejection speed for each carriage speed (HS mode, HQ mode) and gap position (standard position, thick sheet position). The table values as a whole decrease toward right, i.e., as the ejection speed increases, the correction value decreases. When the printer is set in the standard position and in the HQ mode, the adjustment can be made by the user registration, whatever ejection speed the mounted head has.

[0155] In other modes if their adjustment value differences from the normal mode do not change from those at the ejection speed of 15 m/s, the automatic adjustment can be done according to the automatic adjustment table of Fig. 21A without a problem. If the adjustment value difference changes, however, the automatic adjustment will not work. For example, for the standard position and HS mode, the appropriate adjustment value for an ejection speed of close to 15 m/s is "4" and the difference from the adjustment value of the standard position and HQ mode is "1", whereas in an ejection speed range slightly higher than 15 m/s, the adjustment value difference is "2". Although this automatic correction table is effective for a head with the ejection speed near the center value, it does not work for heads with ejection speeds away from the center value. If most of the heads actually shipped have ejection speeds near 15 m/s, the use of the table of Fig. 21A may be appropriate. Depending on the distribution of the ejection speed, the adjustment value may be set to "5" in advance as shown in Fig. 21C to be better able to deal with a large number of heads. Further, considering the adjustment value difference from that of the ruled lines explained in Fig. 21B, the values as shown in Fig. 21D may be stored.

[0156] In this case the problem can be solved by storing ejection speed information in the EEPROM 200 of the head H1001 and storing automatic correction tables corresponding to a plurality of speeds in the printer body. That is, in the above example the automatic correction table has two factors, carriage speed and gap position. One more factor, the ejection speed, is added. The automatic correction table in this case is shown in Fig. 23 which conforms to the graph of Fig. 22.

[0157] A phenomenon is confirmed in which, depending on the initial state of individual heads, as the temperature of the head rises after a series of printing operations, the ejection speed also increases. Hence, when the head temperature increases during printing, the appropriate registration value also changes. Conversely, when the temperature returns to normal after printing, the appropriate registration value also returns to the original value. This change, however, cannot be dealt with by only the user registration. In that case, if a correlation between the head temperature and the ejection speed is taken, the registration can be executed in real time according to the initial ejection speed, present registration adjustment value and the head temperature at each moment.

[0158] Further, if the ejection speed table of Fig. 23 is divided according to the measured temperature, the real time correction can be made for a plurality of carriage speeds and gaps.

[0159] More concrete construction and processing to cope with these matters are described later.

[0160] While in this embodiment an example case of using the registration unit of one pixel has been described, other registration units may be adopted. Adjustments in units of half-pixel or smaller can be made distinguishable by using the adjustment patterns of Figs. 18 and 19. The more precise the adjustment value, the higher the image quality in the printing can be expected to become. The print timing in this case may be linked with timings owned by the printer body for other purposes, such as a timing that is set for the divided block driving of the head.

[0161] Mainly the automatic correction table for the bi-directional registration has been described. This invention is not limited to this embodiment. In the O/E registration, too, a change in the gap, carriage speed and ejection speed will result in a change in the appropriate adjustment value, so using the automatic correction table also for the O/E registration is advantageous.

[0162] It is difficult for the user to decide the proper timing for executing the registration after the printer has been received. It is desired that the correction be made before the image quality is degraded by repetitive printing operations. This embodiment allows the user to check the current adjustment state by using the head check pattern of the printer driver utility so that the user can recognize the need for the registration before the image deteriorates.

[0163] Fig. 24 shows one example of the head check pattern. "Pattern 1" is printed in one pass using all the nozzles of all six colors. With this pattern it is possible to check whether all the nozzles eject ink normally. "Pattern 2" is obtained by printing the O/E registration pattern explained in Fig. 18 in two passes in one direction using the user registration adjustment value currently set. This pattern allows the user to check whether the O/E registration adjustment value currently set is appropriate or not. "Pattern 3" is obtained by printing the bi-

directional registration pattern explained in Fig. 19 in four passes in both directions using the user registration adjustment value currently set. This pattern allows the user to check whether the currently set bi-directional registration adjustment value is appropriate or not.

[0164] This check pattern can be output in a shorter time than all the patterns of Fig. 17 and the operation is simple, so that the user can check the state of the head H1001 as frequently as he wishes.

[0165] In the above embodiment, only yellow is excluded from the pattern because its check is not easy, and the actually output patterns cover five colors, Bk, C, M, LC and LM. Depending on the dye density of LC and LM, these ink colors may also be difficult to check. In that case, the user registration is performed only on Bk, C and M. For LC and LM, the same values as those of the colors which are on the same chip as LC and LM can be used. That is, at the step S2205 of Fig. 16A, the value of BK and the value of C need to be entered from the printer driver into the printer body as the values of the color LC and color LM, respectively.

[0166] As described above, this embodiment is provided with a mechanism that enables the registration of even- and odd-numbered nozzles and the bi-directional registration to be initiated by the user as required and to be adjusted with high precision by using the high resolution print head formed with two nozzle columns for each color as shown in Fig. 11. This mechanism makes it possible to maintain high image quality at all times after the printing apparatus has been received.

## 10. Second Embodiment

[0167] Next, a second embodiment of the present invention will be described. This embodiment concerns a registration mechanism used when a bi-directional printing is performed by the interlace printing described in the Related Art.

[0168] As described by referring to Fig. 29, in the interlaced bi-directional printing, a dot formation position deviation between the forward and backward scans will result in a trouble similar to that caused by the dot position deviation between the even-numbered nozzle column and the odd-numbered nozzle column in the first embodiment.

[0169] Hence, in this embodiment, the pattern of Fig. 18, which has been shown to be used for the O/E registration in the first embodiment, is applied as the bi-directional registration pattern. Printing only the black, which is most easily distinguishable, will be enough because the pattern is used for the bi-directional registration.

[0170] When a bi-directional dot formation position deviation occurs, the patterns look similar to Figs. 18B and 18C. The pattern printing may be carried out in the similar manner as during the actual printing, but a single raster is not divided into opposite scans. With this arrangement, it is possible to print the registration patterns

under the condition where the troubles of the actual printed image occur. Therefore, the reliability of the real print after adjustment can be enhanced.

**[0171]** A method of using normal dither patterns as bi-directional registration patterns, though not limited to the interlaced printing, has already been disclosed in Japanese Patent Application Laid-Open No. 11-48587 (1999). According to this method, as the specification reads, "a normal dither pattern, with dots regularly arranged in the main scan and sub-scan directions, can be perceived as being uniform without a gray scale variation when the print timing is appropriate. When the print timing is deviated, the dot intervals vary causing gray scale variations." To be sure, the normal dither (an ordered dither using a matrix) has the original image arranged completely cyclically, so that any timing deviation will cause a change in the spatial frequency in the pattern. However, because the pattern as a whole also changes in the similar manner, this change is perceived as an overall density reduction or a regular repetition of dark and light parts, rather than nonuniformity. Further, because the cycle frequency of the dither pattern is significantly high, the change is often difficult to detect visually. The pattern of Fig. 18 used in this embodiment, on the other hand, is a uniform pattern that is digitized by using the conditional decision making method, such as error diffusion method. This pattern has a blue noise characteristic and is characterized in that the spatial frequency is substantially sensitive to a registration deviation between rasters. Therefore, because the spatial frequency, though not uniform as in the ordered dither method, lies as a whole in a high frequency region, even a slight deviation between a layer of the even-numbered rasters and a layer of the odd-numbered rasters will result in an entire different spatial frequency distribution, giving a granular impression.

**[0172]** With the provision of a mechanism that allows an inter-raster registration to be initiated by the user as required and to be adjusted highly precisely while performing the bi-directional interlaced printing, this embodiment makes it possible to maintain a high image quality at all times after the printing apparatus has been received.

**[0173]** While this embodiment feeds the paper a constant distance of nine pixels, this embodiment is not limited to this arrangement. As shown in Fig. 29, this embodiment can be applied to any interlaced construction that completes an image having pitches finer than the nozzle arrangement pitches by performing a plurality of scans. For each combination of gap, carriage speed and ejection speed, this embodiment like the first embodiment can also prepare automatic correction tables of values adjusted by the method described above.

### 11. Third Embodiment

**[0174]** Next, a third embodiment will be described. Here, we will describe a case where a plurality of nozzle

columns with a low resolution are arranged on a print head.

**[0175]** Fig. 25 shows a multi-nozzle construction used in this embodiment. Here, four columns of 128 nozzles with 600 DPI (about 42- $\mu$ m pitch) are shifted about 10.5  $\mu$ m from each other (512 nozzles in all) to achieve a resolution of 2400 DPI for one color. Four groups of four nozzle columns each, i.e., 16 nozzle column in total, are integrally arranged side by side as shown to realize a four-color printing with 2400 DPI.

**[0176]** In this embodiment, too, image impairment due to ink landing position deviations among the nozzle columns is conceivable as in the first embodiment. It should be noted, however, that this embodiment requires not only an adjustment between even- and odd-numbered columns, but also adjustment for each of first column (nozzle column associated with the printing of first raster to (4n+1)th raster) to fourth column (nozzle column associated with the printing of fourth raster to (4n+4)th raster). This embodiment also uses a pattern similar to the first embodiment as the user registration pattern. Because the resolution is 2400 DPI, the image is obtained by giving 25% of data to the pixels corresponding to this resolution.

**[0177]** Fig. 26 shows printed states of a pattern when the dot formation positions are deviated. Fig. 26A shows a printed state when all the ink droplets ejected from the four nozzle columns have landed on the correct positions. Fig. 26B show a printed state when only a second raster printed by the second column is deviated one pixel from other rasters. Fig. 26C shows a printed state when only the second raster is deviated two pixels. Fig. 26D shows a printed state when the second raster is deviated one pixel and the third raster is deviated one pixel in the opposite direction. As can be seen from Figs. 26B to 26D, the patterns give a significantly granular impression when compared with that of Fig. 26A in which the dot formation positions are not deviated.

**[0178]** The pattern digitized by the conditional decision making method used in this invention is characterized in that even when there are many conditions (rasters) to be adjusted, a pattern with slight deviations and a pattern with no deviations at all can be clearly distinguished. This pattern, although it is a single pattern that contains a plurality of adjustment conditions, can exhibit its intended smoothness only when all the conditions are met. Hence, the pattern area to be printed is the same whether the number of conditions are two as in the above embodiment or four as in this embodiment.

**[0179]** This embodiment is provided with a mechanism that enables the registration of nozzle columns to be initiated by the user as required and to be adjusted with high precision by using the high resolution print head formed with four nozzle columns for each color as shown in Fig. 25. This mechanism makes it possible to maintain high image quality at all times after the printing apparatus has been received.

## 12. Registration Dealing With Variation Factors

**[0180]** As described above, the O/E registration depends on individuality of the print head and on the state of the print head including the environment and the print history. On the other hand, the bi-directional registration often depends on the characteristics of the printer body side, such as carriage encoder E0004 of the printer body and the distance between the carriage M4001 and the platen as a member for restricting a printing surface of the print medium. In the above first embodiment, therefore, the adjustment value for O/E registration is stored before shipment in a nonvolatile memory such as EEPROM installed at an appropriate location in the print head H1001 and the adjustment value for bi-directional registration is stored before shipment in a nonvolatile memory such as EEPROM installed at an appropriate location in the printer body.

**[0181]** The printer of the above construction can select one of two carriage speeds according to the mode in order to output a picture image with high quality. Further, to be able to print on thick sheets and envelopes, the printer has a mechanism for adjusting the carriage-to-platen gap in two positions. Hence, an appropriate adjustment value either in the O/E registration or in the bi-directional registration changes depending on the conditions, such as carriage speed, gap, and ink ejection speed and ejection angle from the print head H1001. So, the printer is provided with a mechanism that allows registration to be performed automatically according to these conditions.

**[0182]** In the bi-directional printing, in particular, the higher the resolution of the image, the more stringent the required dot landing position accuracy becomes. A dot landing position deviation of even several  $\mu\text{m}$  will result in a perceivable degradation of image quality. Hence, it is strongly desired to perform the bi-directional registration described above. It is also desirable to automatically correct the adjusted value for bi-directional registration according to the printing conditions.

**[0183]** The appropriate value of the bi-directional registration is influenced by the individualities or characteristic variations of the printer body, such as carriage speed and the platen-to-carriage gap, and also by the individualities or characteristic variations of the print head, such as ink ejection speed and ejection angle that change according to the mode of the printer.

**[0184]** The above embodiment employs a method that automatically changes the adjustment value for bi-directional registration when the user intentionally switches the printing state, as by changing the gap amount to allow the use of a thick sheet such as envelope or by increasing the carriage speed in a mode that gives priority to the print speed.

**[0185]** As the printing resolution is increased further and the required dot landing position precision becomes correspondingly severe, the characteristic variations or tolerances of the printer body side such as carriage

speed and gap or the characteristic variations or individualities of the print head such as ink ejection speed and ejection angle cannot be ignored. Further, the ink ejection speed and ejection angle also change over time and according to the state of the printing operation and thus it is strongly desired that the correction be made according to these changes.

**[0186]** In the following, we will explain about an embodiment that can determine an adjustment value for bi-directional registration precisely and in real time according to variation factors that can adversely affect the image quality, such as characteristic variations of printer body and print head as well as characteristic changes depending on the printing operation state or occurring with the passage of time.

### 12.1 Setting of Adjustment Value for Bi-directional Registration Considering Characteristic Variations

**[0187]** The print head used in this embodiment to perform the bi-directional registration processing that takes the characteristic variations into account has the similar construction to that shown in Fig. 11 and can realize printing with a resolution of 1200 DPI in the nozzle arrangement direction (subscan direction) for each color. In this embodiment, however, the printing in the main scan direction has a resolution of 2400 DPI, two times the subscan direction resolution. The actual resolution of input data is 600 DPI at maximum and each data is printed by using 8 pixels (= 4 pixels in main scan direction  $\times$  2 pixels in sub-scan direction). Each input data has one of 9 grayscale levels and the dot arrangement in each  $4 \times 2$  pixel area is determined in advance so that one of the nine grayscale levels can be represented by the  $4 \times 2$  pixel area during printing.

**[0188]** A main feature of this embodiment is an adjusting mechanism for bi-directional registration for the high-resolution printing. The bi-directional registration is affected not only by the factors dependent on the printer body characteristics, such as carriage speed and carriage-to-platen gap, but by the factors dependent on the print head characteristics, such as ink ejection speed and ejection angle. In this embodiment, because the resolution in the main scan direction is 2400 DPI, the bi-directional registration processing can be made at the 2400 DPI resolution for each pixel.

**[0189]** Fig. 30 shows one example relation between the ejection speed and the adjustment value for registration for each of maximum, median and minimum values of carriage-to-platen gap in the printer body. The abscissa (ejection speed) represents a velocity component of an ink droplet ejected from a nozzle in the direction perpendicular to the paper surface, in m/sec. The ordinate represents an adjustment value for registration.

**[0190]** In the bi-directional printing, if ink is ejected when the carriage M4001 is at the same forward and backward positions, the inertia of the carriage scan speed causes the dot landing position on the paper dur-

ing the forward (or backward) scan to deviate by several pixels from the dot landing position during the backward (or forward) scan. To cope with this problem, during the bi-directional printing in general, the ink ejection timings for the forward and backward scans are adjusted so that their dot landing positions on the paper will match. The adjustment value is shown on the ordinate in Fig. 30. The unit of adjustment is one pixel at the 2400 DPI resolution. The adjustment value for registration is influenced not only by the ink ejection speed but also by a distance from the nozzle to the print medium surface.

**[0191]** If the carriage-to-platen gap tolerance of the printer body used in this embodiment is  $1.4 \pm 0.2$  mm and the normal print medium thickness is about 100  $\mu$ m, then the distance from the nozzle to the print medium surface is  $1.3 \pm 0.2$  mm. The curves shown in the figure represents the relations between the adjustment value and the ejection speed for the three different carriage-to-platen gaps: minimum gap (1.2 mm), medium gap (1.4 mm) and maximum gap (1.6 mm).

**[0192]** As can be seen from this diagram, even when a uniform ink ejection speed, 13 m/sec for example, can be obtained, the adjustment value for registration deviates by  $\pm 2$  pixels if the gap is within the tolerance range. Experiments conducted by the inventors have found that in the printer of this embodiment the deviation of about 20  $\mu$ m (2 pixels) resulted in a perceivable degradation of the image quality. That is, if the gap is within the tolerance range, it is strongly recommended in practice that the registration processing be executed to form a high quality image.

**[0193]** In this embodiment the ink ejection speed from the print head is set at  $13 \pm 3$  m. In this case, too, even if a uniform gap of 1.4 mm for example is obtained, the adjustment value for registration will deviate by as much as  $\pm 2$  to 3 pixels when the ejection speed is within the tolerance range. Considering this, it is strongly desired in practice that the registration processing be carried out to form a high quality image.

**[0194]** From the above description it is seen that the adjustment value for bi-directional registration can deviate greatly even at the initial stage depending on a combination of the printer body and the print head. For example, let us consider a case where a printer with the minimum gap tolerance is combined with a print head with the maximum ejection speed tolerance and a case where a printer with the maximum gap tolerance is combined with a print head with the minimum ejection speed tolerance. A difference in the adjustment value between these two combinations can be as large as 10 pixels.

**[0195]** In a configuration in which the print head is of a replaceable cartridge type and the user can make any desired combination between the print head and the printer body, as in the printer of this embodiment, one possible method is to have the user perform the user registration processing after the cartridge is mounted. The user registration processing, however, places a burden on the user and there is no assurance that the user,

unfamiliar with the printer operation immediately after the printer has been delivered, can perform adjustments correctly.

**[0196]** It is therefore desirable that the registration be already completed by the time the printer body or print head delivered is first used.

**[0197]** For this reason, in this embodiment, factors affecting the bi-directional registration are classed into a group associated with printer body and a group associated with the print head, and the group of factors associated with the printer body, such as gap, is stored in a storage means on the printer body and the group of factors associated with the print head, such as ejection speed, is stored in a storage means on the print head. These groups of factors become valid only when both of them are stored. This is explained in the following. Let us consider a case where the ejection speed is stored only in the storage means on the print head with nothing stored in the storage means on the printer body. In that case, if the median value of the ejection speed of 13 m/s is obtained, for example, the gap tolerance alone can produce a deviation of 6 pixels (Fig. 30). Conversely, if the gap is stored only in the storage means on the printer body, the ejection speed tolerance can produce a deviation of similar magnitude.

**[0198]** In this embodiment, the printer body and the print head each have a nonvolatile memory such as EEPROM as their storage means, in which the information on gap and ejection speed is stored in advance so that the registration processing can be done as soon as the print head is mounted on the printer body after the print head or printer body has been delivered. For this embodiment, the construction similar to the one shown in Fig. 16B for example may be used.

**[0199]** That is, when the tolerance of the ejection speed of the print head is  $13 \pm 3$  m/s, the tolerance is divided at intervals of 1 m/s into seven sections coded "01" to "07" for example, one of which is then stored in the EEPROMs 200 of the print head as the unique characteristic value of the print head. When the gap tolerance is  $1.4 \pm 0.2$  mm, this tolerance is divided into three sections coded "01" to "03" for example, one of which is then stored in the EEPROM 100 of the printer body as the unique characteristic value of the printer body.

**[0200]** Fig. 31 shows an example procedure for determining the adjustment value for registration based on the information on the printer body side and on the print head side. This procedure can be taken as part of the step S3 in the processing shown in Fig. 10 and can be initiated when the print head mounted on the carriage M4001 is a newly installed one. For example, when the user puts the print head onto the carriage M4001 and turns the power on, the CPU of the printer body (printer control unit PRC) reads the data stored in the EEPROM 200 on the print head side (step S3001) and refers the table developed on the EEPROM 100 on the printer body side (step S3003) to obtain an appropriate adjustment value for registration (step S3005).

[0201] Fig. 32 is an adjustment value for registration table stored in the EEPROM 100 on the printer body side, which is referred based on the ejection speed and the gap obtained above to determine the adjustment value for registration.

[0202] When, for example, a print head with an ejection speed of 11 m/s and a printer body with a gap of 1.4 mm are combined, the EEPROM of the print head is stored with a code "02" and the EEPROM of the printer body with a code "02". When the power is turned on, the adjustment value table for registration (Fig. 32) is referred and an adjustment value of "11 pixels" is determined based on the combination of these codes. In this way, even in the initial use of the printer after delivery, it is possible to obtain an image that has undergone proper registration processing without causing any particular trouble to the user.

[0203] As described above, with this embodiment, by simply storing the ink drop ejection speed in the EEPROM of the print head and the carriage-to-platen gap value in the EEPROM of the printer body, a high quality image adjusted by the bi-directional registration can be obtained without troubling the user immediately after the printer is delivered to the user.

## 12.2 Setting of Adjustment Value for Bi-directional Registration Considering Print Head Temperature Variations

[0204] Next, another embodiment will be explained which automatically performs bi-directional registration processing in response to a temperature rise during printing.

[0205] As explained in Fig. 30, the adjustment value for registration varies depending on the ejection speed. It is also known that the ejection speed in practice depends not only on the characteristic variations of the individual print heads but also on the temperature rise of the print head caused when the print operations are carried out consecutively.

[0206] Fig. 33 shows the relation between the print head temperature (°C) on abscissa and the ejection speed (m/s) on ordinate. Experiments conducted by the inventors on a plurality of print heads have shown that printing several pages of print medium consecutively results in a gradual temperature rise of the print head. For example, when A4-size print medium is used, printing four or five pages of images with a relatively high duty (an image formed with a large number of ink ejections) raises the print head temperature to about 45°C. In that case, as shown in Fig. 33, the ejection speed of each print head changes according to the temperature. For example, for the print head with an ejection speed of 13 m/s at normal temperature (25°C), the ejection speed will change to 15 m/s when the temperature rises to 45°C. Applying this fact to Fig. 30 shows that the adjustment value for registration will change by one or two pixels. Thus, even if the provision of memories to the print

head and the printer body respectively can guarantee a properly adjusted image in the initial use after the printer has been delivered as in the above embodiment, printing 4-5 pages continuously can result in a perceivable deterioration of image quality.

[0207] Also to guarantee a proper registration even when there is a temperature rise, this embodiment adopts a configuration in which the printer body has a table by which to refer a registration adjustment value table according to the print head temperature.

[0208] Fig. 34 shows one such table that can be stored in the memory of the printer body (EEPROM 100). This table is a coded table showing how the ejection speed at normal temperature (initial ejection speed) written in the EEPROM 200 on the print head side changes according to the environmental temperature such as ambient temperature and as a result of continuous printing.

[0209] Consider a case, for example, where the user mounts a print head having an initial ejection speed of 12 m/s on a printer body whose carriage-to-platen gap is 1.4 mm. Before a printing for the first page is started, the CPU (printer control unit PRC) on the printer body checks the temperature of the print head. If the print head temperature falls in a range of 20-30°C, the ejection speed of "03" (12 m/s) is obtained from the table of Fig. 34. Based on this ejection speed, a reference is made to the corresponding column in the table of Fig. 32 and also to the row with a gap "02" (median value) to obtain the adjustment value of "10" for registration. Then, according to this adjustment value, one page of printing is completed. Before starting to print the next page, the print head temperature is detected again. If the head temperature is between 20°C and 30°C again, the adjustment value for registration is left at "10" and one page of printing is completed.

[0210] Suppose, after repeating this printing for several pages, a head temperature of 30-40°C is detected. In that case, an ejection speed "04" (13 m/s) is determined from the table of Fig. 34. Then, referring to the table of Fig. 32, an adjustment value of "9" for registration is obtained. The next page of image is completed using this adjustment value.

[0211] As described above, before starting to print each page, the print head temperature is checked and the adjustment value for registration is automatically adjusted for each page to minimize degradation of image quality due to temperature change while printing.

[0212] Although the above-mentioned automatic adjustment for registration that is carried out upon delivery of a printer has been described to be corrected for each page, this correction may be made otherwise.

[0213] The registration processing initiated by the user's judgment (user registration), which was described referring to Fig. 17, may include a correction according to temperature changes. The user registration in this embodiment will be described in the following.

[0214] The user registration in this embodiment has

the similar configuration to Fig. 16B and can be performed in the same manner as explained in Fig. 16A.

[0215] The user selects a registration mode in the utility of the printer driver PD on the host device HOST by using the input/display means CNSL (step S2201). The user then sets paper on the printer body and starts the print (step S2202). In response to this step, the printer control unit PRC sends predetermined data to the drive unit HD of the print head H1001 which forms a pattern for registration (Fig. 17) (step S2203). The user, after visually checking the printed pattern, enters an adjustment value into a predetermined area on the printer setting screen of the host device HOST (step S2004). The host device HOST, triggered by a command from the printer driver PD, transfers the registration data to the printer control unit PRC (step S2205). The transferred registration data is stored in the EEPROM 100 in the printer body (step S2206).

[0216] Fig. 35 shows a pattern that is output during the user registration process in this embodiment. Columns A to E in the figure represent O/E registration pattern of each color for the print head H1001. How the patterns are formed and the kinds of patterns are similar to those explained in Fig. 17.

[0217] A column F of Fig. 35 is adjustment patterns for a bi-directional registration. The patterns of column F of this embodiment is also formed in the same manner as shown in Fig. 17 and its adjustment range is between "+5" to "-5" as indicated by the adjustment values attached to the left of the pattern. The bi-directional registration pattern corresponding to the "0" (default) value is printed with a value that is obtained by the embodiment explained in Fig. 32.

[0218] The patterns corresponding to "+5" to "-5" are printed by fixing the ejection timing during the forward scan and changing the ejection timing during the backward scan in increments of one pixel, as in the case of Fig. 17. All the patterns for bi-directional registration are printed by the 4-pass bi-directional printing. The reason that the 4-pass divided printing is used is to prevent a possible loss of pattern smoothness due to nozzle characteristic variations and others.

[0219] The bi-directional registration patterns and the printing method are also similar to those explained in Figs. 19A and 19B. That is, because the O/E registration is also performed during a series of adjustments in this embodiment, the data is given only to the even-numbered rasters so that the printed patterns are not affected by the dot position deviations between the even- and odd-numbered columns. The even-numbered rasters are printed every other dot, which is a limit pixel pitch (distance) at which the adjoining dots do not overlap, so that even a slight dot positional deviation will show up sensitively in the printed image.

[0220] In this embodiment, too, each raster of an image is completed by four printing scans, with the first and third pass printed in the forward scan and the second and fourth pass printed in the backward scan. As

shown in Fig. 19A, a 16-pixel-high forward print area and a 16-pixel-high backward print area are alternated, with each area printed in two divided passes, first and third passes, or second and fourth passes.

[0221] When a bi-directional dot position deviation occurs, a black or white line appears at a boundary between the forward print area and the backward print area as shown in Fig. 19B. The width of each print area is about 336  $\mu\text{m}$  and these vertical white lines are actually perceived visually as gray scale variations appearing at regular intervals in the lateral directions. The user can choose a uniform pattern with the fewest white lines.

[0222] The user registration described above can be performed whenever the user thinks it necessary. It may however not be possible to cope with constantly occurring changes, such as dot landing position variations caused by the rising temperature as a result of continuous printing. Even under such a circumstance, a satisfactory image is obtained by using the table of Fig. 34 described earlier and changing the adjustment value for registration for each page.

[0223] With this embodiment described above, the ink ejection speed that changes according to the print head temperature is estimated and, based on this estimated value, an appropriate correction is made at any time to the normal-temperature adjustment value for registration currently being used to print.

### 12.3 Bi-directional Registration Considering Changes in Drive Frequency

[0224] It is assumed that the printer applying this embodiment has three carriage speeds that can be selected according to use and situation: a HQ1 carriage speed mode for normal high image quality, a HQ2 carriage speed mode slightly slower than HQ1 and selected according to a rise in the print head temperature, and an HS carriage speed mode for fast scan. Normally, the printing is done at the HQ1 carriage speed. When the print head temperature rises to a level that will pose a problem to the image, as during continuous printing, the HQ2 carriage speed is used. When the print head temperature rises above the normal temperature, the ink drop ejection state becomes unstable, so that the drive frequency is lowered to an appropriate level to stabilize the image quality. The print head used in this embodiment performs the ejection operation at the drive frequency of 25 KHz during the normal printing (HQ1 carriage speed), at the carriage speed of 20.8 inches/sec. The print head temperature is checked for each page and when it is higher than 45°C, the drive frequency is set to 20 KHz from the next page. At this time, the carriage speed is set to 16.7 inches/s.

[0225] The HS mode is specified by the user when he or she wants a quick printout. The carriage speed in this mode is 29.2 inches/s.

[0226] To deal with such print media as thick sheets and envelopes, the printer of this embodiment has a



mechanism that can adjust the carriage-to-platen gap in two positions: a standard position for normal printing and a thick sheet position for printing thick sheets. The gap is adjusted by the user operating the gap adjust lever M2015. There is the gap sensor E0008 to check whether the present gap is in the thick sheet position or the standard position, and thus the printer body can perform the print control that matches the present gap.

[0227] Fig. 36 shows adjustment value curves for bi-directional registration with respect to the ejection speed for different settings. This is tabulated in Fig. 37. Like the above embodiment, this embodiment, too, estimates an ejection speed, from moment to moment, from the initial ejection speed and the present print head temperature. Further, from the table of Fig. 37 an adjustment value for registration corresponding to the head drive frequency is selected.

[0228] In the case of a print head with an initial ejection speed of 13 m/s, for example, the EEPROM 200 of the print head H1001 is stored with a code "04". When the initial print head temperature is about 25°C, the ejection speed of 13 m/s is obtained from the table of Fig. 34. Because at the print head temperature of 25°C the drive frequency is 25 KHz, Fig. 37 indicates the adjustment value of "9" for registration. Using this value, the first page is printed.

[0229] The print head temperature gradually rises as the printing continues. Suppose the print head temperature is 35°C before starting the third page printing. At this time, from the table of Fig. 34 the ejection speed of "05" (14 m/s) is obtained. Since the drive frequency in this embodiment is switched from 25 KHz to 20 KHz when the print head temperature is 45°C or higher, the drive frequency is 25 KHz at 35°C. Here, referring to the table of Fig. 37, the adjustment value of "9" for registration is obtained. The third page is printed using this value.

[0230] Suppose the print head temperature of 47°C is detected when a fifth page is to be printed. In the same way as described above, the table of Fig. 34 is referred to determine the ejection speed of "06" (15 m/s). Because at 45°C or higher the drive frequency is 20 KHz, a row of 20 KHz in the table of Fig. 37 is checked and an adjustment value of "6" for registration is obtained.

[0231] In this embodiment, at the head of each page the print head temperature is checked and the ejection speed at that time is determined from the matrix of the initial ejection speed and the print head temperature. Further, from the detected print head temperature, a drive frequency for that page is determined and then a final adjustment value for registration is obtained from the determined drive frequency and the calculated ejection speed.

[0232] This makes it possible to produce the similar effect to that of the above-described embodiment, i.e., to be able to cope in real time with the registration deviations caused by temperature changes which are difficult to adjust with the initial setting or the user registra-

tion. In addition, the above-described method also makes it possible to form a stable image without burdening the print head even when the temperature rises as a result of continuous printing.

[0233] In this embodiment, although for the sake of simplicity no explanation has been given as to the adjustment using the table of gap tolerance that was considered in the preceding embodiment, this adjustment can of course be performed. The effect similar to that described above can be obtained if the gap is classed into three categories, large, medium and small gaps, for each drive frequency.

[0234] As explained in this section where three embodiments have been described, a memory means for storing dot position information associated with the characteristic variation or individuality of the printer body is installed in the printer body and a memory means for storing dot position information associated with the characteristic variation or individuality of the print head is installed in the print head; and when the print head is mounted on the printer body to print an image, the contents of the both memory means are referred to determine the information for use in the dot position adjustment. This makes it possible to properly correct characteristic variations due to tolerances of carriage-to-platen gap and ejection speed.

[0235] Further, during the bi-directional registration, the ink ejection speed is estimated according to the detected print head temperature and, based on the estimated ejection speed, the information used for adjusting print position on the print medium is determined. This processing enables an appropriate adjustment value to be determined in real time in response to a change resulting from the state of the printing operation.

### 13. Further Descriptions

[0236] One form of the head to which the present invention can be effectively applied is the one that utilizes thermal energy produced by an electrothermal transducer to cause film boiling in liquid thereby generating bubbles.

[0237] In the embodiment described above, the printer driver PD on the host computer HOST side supplies image data to the printing apparatus. The data of registration pattern as shown in Fig. 17 may be stored in the printing apparatus or supplied from the host device.

[0238] The scope of the present invention also includes a print system in which program codes of software or printer driver that realize the function of the above embodiment are supplied to the computer in a machine or system to which various devices including the printing apparatus are connected, and in which the program code stored in the computer in the machine or system are executed to operate a variety of devices, thereby realizing the function of the above-described embodiment.

[0239] In this case, the program codes themselves re-

alize a novel function of the present invention and therefore the program codes themselves and means to supply the program code to the computer, such as storage media, are also included in the scope of this invention.

[0240] The storage media to supply the program codes include, for example, floppy disks, hard disks, optical disks, optical disks, CD-ROMs, CD-Rs, magnetic tapes, nonvolatile memory cards and ROMs.

[0241] The scope of this invention includes not only a case where the function of the above-described embodiment is realized by executing the program codes read by the computer but also a case where an operating system running on the computer performs, according to directions of the program codes, a part or all of the actual processing and thereby realizes the function of this embodiment.

[0242] Further, the scope of this invention includes a case where the program codes read from a storage medium are written into a memory in a function expansion board inserted in the computer or into a memory in a function expansion unit connected to the computer, after which, based on directions of the program codes, a CPU in the function expansion board or function expansion unit executes a part or all of the actual processing and thereby realizes the function of this embodiment.

[0243] As described above, according to the present invention, a mechanism is provided that enables the inter-raster registration to be initiated by the user as required and to be adjusted highly precisely by using the high resolution print head formed with a plurality of nozzle columns arranged side by side in the main scan direction or by performing a bi-directional interlaced printing method. This mechanism makes it possible to maintain high image quality at all times after the printing apparatus has been received.

[0244] Further, it is also possible to set the dot position adjustment value properly and in real time according to characteristic variations, within tolerance, of the print head and the printer body as well as according to the state of the printing operation.

[0245] The present invention has been described in detail with respect to preferred embodiments, and it will now be apparent from the foregoing to those skilled in the art that changes and modifications may be made without departing from the invention in its broader aspect, and it is the intention, therefore, in the apparent claims to cover all such changes and modifications as fall within the true spirit of the invention.

## Claims

1. A print position adjusting method for a printing apparatus, wherein the printing apparatus uses a print head having an array of a plurality of print elements and forms an image on a print medium by scanning said print head in a direction different from an arranging direction of the plurality of print elements

and wherein rasters making up the image are divided into at least two raster groups according to a driving mode of the plurality of print elements, said method for adjusting print positions by the plurality of print elements between the at least two raster groups, said method characterized by comprising the steps of:

forming a plurality of adjustment patterns by said print head, in a manner that a print element drive timing between the at least two raster groups is shifted a predetermined interval, said print element drive timing being a timing of driving the plurality of print elements;  
entering an adjustment value for the print element drive timing between the at least two raster groups, the adjustment value being determined from the plurality of adjustment patterns; and  
storing the entered adjustment value.

2. A print position adjusting method as claimed in claim 1, characterized in that said print head has at least two columns of print elements arranged side by side in the scan direction, the at least two columns of print elements are shifted from each other by an amount less than a pitch at which the print elements are arranged in the column, and the at least two columns of print elements print the at least two raster groups.

3. A print position adjusting method as claimed in claim 2, characterized in that said print head has a nonvolatile memory in which unique information on said print head is stored, the nonvolatile memory stores at least the adjustment value for adjusting the print positions, and said adjustment pattern forming step shifts the drive timing between the at least two columns of print elements by the predetermined interval by taking the adjustment value stored in the nonvolatile memory as a reference to form the plurality of adjustment patterns.

4. A print position adjusting method as claimed in claim 1, characterized in that the printing apparatus scans said print head with respect to said print medium in a forward direction and in a backward direction and feeds the print medium relative to the print head in a direction perpendicular to the scan direction by a distance required to print an image on said print medium at a density higher than that in which the plurality of print elements are arrayed, the relative feeding of the print medium being performed between the forward scan and the backward scan, the forward scan and the backward scan being performed to print the two raster groups.

5. A print position adjusting method as claimed in any

one of claims 1 to 4, characterized in that the adjustment patterns have a dot distribution with a blue noise characteristic at a resolution at which the printing apparatus can print.

6. A print position adjusting method as claimed in any one of claims 1 to 4, characterized in that the adjustment patterns are digitized by a conditional decision making method of a dithering method at a resolution at which the printing apparatus can print.

7. A print position adjusting method as claimed in any one of claims 1 to 6, characterized in that said print head ejects ink to perform printing and the print elements have a nozzle for ejecting the ink.

8. A print position adjusting method as claimed in claim 7, characterized in that said printing apparatus can set a speed of the scan and a distance from the nozzles to the print medium in at least two stages respectively and has a step of correcting the adjustment value according to a combination of the scan speed and the distance.

9. A print position adjusting method as claimed in claim 7 or 8, characterized in that the print head has heating elements to generate thermal energy for causing film boiling in ink as an energy for ejecting ink from the nozzles.

10. A print position adjusting method for a printing apparatus, wherein the printing apparatus uses a print head having an array of a plurality of nozzles for ejecting ink and forms an image on a print medium by scanning the print head in forward and backward directions different from an arranging direction of the plurality of nozzles and wherein a speed of the scan and a distance from the nozzles to the print medium can be set in at least two stages respectively, said method for adjusting positions of ink dots ejected from the plurality of nozzles between the scans in the forward and backward directions, said method characterized by comprising the steps of:

forming a plurality of adjustment patterns by the print head, in a manner that an ink ejection timing between the forward and backward scans is shifted by a predetermined interval, the ink ejection timing being a timing of ejecting ink from the plurality of nozzles;  
entering an adjustment value for the ink ejection timing between the forward and backward scans, the adjustment value being determined from the plurality of adjustment patterns;  
storing the entered adjustment value; and correcting the adjustment value according to a combination of the scan speed and the distance in performing a print operation.

11. A print position adjusting method as claimed in claim 10, characterized in that the print head has heating elements to generate thermal energy for causing film boiling in ink as an energy for ejecting ink from the nozzles.

12. A printing apparatus using a print head having an array of a plurality of print elements and forming an image on a print medium by scanning said print head in a direction different from an arranging direction of the plurality of print elements, wherein rasters making up the image are divided into at least two raster groups according to a driving mode of the plurality of print elements, said apparatus characterized by comprising:

means for forming a plurality of adjustment patterns by said print head, in a manner that a print element drive timing between the at least two raster groups is shifted a predetermined interval, said print element drive timing being a timing of driving the plurality of print elements; and means for storing an adjustment value for the print element drive timing between the at least two raster groups, the adjustment value being supplied based on judgement of the plurality of adjustment patterns.

13. A printing apparatus as claimed in claim 12, characterized in that said print head has at least two columns of print elements arranged side by side in the scan direction, the at least two columns of print elements are shifted from each other by an amount less than a pitch at which the print elements are arranged in the column, and the at least two columns of print elements print the at least two raster groups.

14. A printing apparatus as claimed in claim 13, characterized in that said print head has a nonvolatile memory in which unique information on said print head is stored, the nonvolatile memory stores at least the adjustment value for adjusting the print positions, and said adjustment pattern forming means shifts the drive timing between the at least two columns of print elements by the predetermined interval by taking the adjustment value stored in the nonvolatile memory as a reference to form the plurality of adjustment patterns.

15. A printing apparatus as claimed in claim 12, further characterized by comprising means for scanning said print head with respect to said print medium in a forward direction and in a backward direction and for feeding the print medium relative to the print head in a direction perpendicular to the scan direction by a distance required to print an image on said print medium at a density higher than that in which the plurality of print elements are arrayed, the rela-

tive feeding of the print medium being performed between the forward scan and the backward scan, the forward scan and the backward scan being performed to print the two raster groups.

16. A printing apparatus as claimed in any one of claims 12 to 15, characterized in that the adjustment patterns have a dot distribution with a blue noise characteristic at a resolution at which the printing apparatus can print.
17. A printing apparatus as claimed in any one of claims 12 to 15, characterized in that the adjustment patterns are digitized by a conditional decision making method of a dithering method at a resolution at which the printing apparatus can print.
18. A printing apparatus as claimed any one of claims 12 to 17, characterized in that said print head ejects ink to perform printing and the print elements have a nozzle for ejecting the ink.
19. A printing apparatus as claimed in claim 18, further characterized by comprising means for setting a speed of the scan and a distance from the nozzles to the print medium in at least two stages respectively and means for correcting the adjustment value according to a combination of the scan speed and the distance.
20. A printing apparatus as claimed in claim 18 or 19, characterized in that the print head has heating elements to generate thermal energy for causing film boiling in ink as an energy for ejecting ink from the nozzles.
21. A printing apparatus using a print head having an array of a plurality of nozzles for ejecting ink and forming an image on a print medium by scanning the print head in forward and backward directions different from an arranging direction of the plurality of nozzles, wherein a speed of the scan and a distance from the nozzles to the print medium can be set in at least two stages respectively, said apparatus characterized by comprising:

means for forming a plurality of adjustment patterns by the print head, in a manner that an ink ejection timing between the forward and backward scans is shifted by a predetermined interval, the ink ejection timing being a timing of ejecting ink from the plurality of nozzles; means for storing an adjustment value for the ink ejection timing between the forward and backward scans, the adjustment value being supplied based on judgement of the plurality of adjustment patterns; and means for correcting the adjustment value ac-

ording to a combination of the scan speed and the distance in performing a print operation.

22. A printing apparatus as claimed in claim 21, characterized in that the print head has heating elements to generate thermal energy for causing film boiling in ink as an energy for ejecting ink from the nozzles.

23. A printing system characterized by comprising:

a printing apparatus using a print head having an array of a plurality of print elements and forming an image on a print medium by scanning said print head in a direction different from an arranging direction of the plurality of print elements, wherein rasters making up the image are divided into at least two raster groups according to a driving mode of the plurality of print elements, said apparatus having:  
means for forming a plurality of adjustment patterns by said print head, in a manner that a print element drive timing between the at least two raster groups is shifted a predetermined interval, said print element drive timing being a timing of driving the plurality of print elements; and means for storing an adjustment value for the print element drive timing between the at least two raster groups, the adjustment value being supplied based on judgement of the plurality of adjustment patterns; and  
a host apparatus for supplying image data to said printing apparatus, having:  
means for controlling said printing apparatus to form the plurality of adjustment patterns;  
means for accepting entering of the adjustment value based on judgement of the plurality of adjustment patterns; and  
means for supplying the adjustment data to said printing apparatus.

24. A printing system characterized by comprising:

a printing apparatus using a print head having an array of a plurality of nozzles for ejecting ink and forming an image on a print medium by scanning the print head in forward and backward directions different from an arranging direction of the plurality of nozzles, wherein a speed of the scan and a distance from the nozzles to the print medium can be set in at least two stages respectively, said apparatus having:  
means for forming a plurality of adjustment patterns by the print head, in a manner that an ink ejection timing between the forward and backward scans is shifted by a predetermined interval, the ink ejection timing being a timing of ejecting ink from the plurality of nozzles;

means for storing an adjustment value for the ink ejection timing between the forward and backward scans, the adjustment value being supplied based on judgement of the plurality of adjustment patterns; and

means for correcting the adjustment value according to a combination of the scan speed and the distance in performing a print operation; and

a host apparatus for supplying image data to said printing apparatus, having:

means for controlling said printing apparatus to form the plurality of adjustment patterns;

means for accepting entering of the adjustment value based on judgement of the plurality of adjustment patterns; and

means for supplying the adjustment data to said printing apparatus.

25. A storage medium storing a program for performing a print position adjusting method for a printing apparatus, wherein the printing apparatus uses a print head having an array of a plurality of print elements and forms an image on a print medium by scanning said print head in a direction different from an arranging direction of the plurality of print elements and wherein rasters making up the image are divided into at least two raster groups according to a driving mode of the plurality of print elements, said method for adjusting print positions by the plurality of print elements between the at least two raster groups, said method characterized by comprising the steps of:

forming a plurality of adjustment patterns by said print head, in a manner that a print element drive timing between the at least two raster groups is shifted a predetermined interval, said print element drive timing being a timing of driving the plurality of print elements;

entering an adjustment value for the print element drive timing between the at least two raster groups, the adjustment value being determined from the plurality of adjustment patterns; and

storing the entered adjustment value.

26. A storage medium storing a program for performing a print position adjusting method for a printing apparatus, wherein the printing apparatus uses a print head having an array of a plurality of nozzles for ejecting ink and forms an image on a print medium by scanning the print head in forward and backward directions different from an arranging direction of the plurality of nozzles and wherein a speed of the scan and a distance from the nozzles to the print medium can be set in at least two stages respectively, said method for adjusting positions of ink dots

ejected from the plurality of nozzles between the scans in the forward and backward directions, said method characterized by comprising the steps of:

forming a plurality of adjustment patterns by the print head, in a manner that an ink ejection timing between the forward and backward scans is shifted by a predetermined interval, the ink ejection timing being a timing of ejecting ink from the plurality of nozzles;

entering an adjustment value for the ink ejection timing between the forward and backward scans, the adjustment value being determined from the plurality of adjustment patterns;

storing the entered adjustment value; and

correcting the adjustment value according to a combination of the scan speed and the distance in performing a print operation.

27. A print position adjusting method for adjusting a print position on a print medium during a forward scan and a print position on the print medium during a backward scan in a printing apparatus, wherein said printing apparatus removably supports a print head on which a plurality of ink ejection openings are arranged, and reciprocally scans said print head in a direction different from the arranging direction while ejecting ink to form an image, said method characterized by comprising the steps of:

referring first memory means in said printing apparatus storing first print position information associated with characteristic variations of said printing apparatus and second memory means in said print head storing second print position information associated with characteristic variations of said print head, before forming an image by mounting said print head on said printing apparatus; and

determining an adjustment value for adjusting the print position, based on said first and second print position information obtained by said referring.

28. A print position adjusting method as claimed in claim 27, characterized in that said first print position information includes information on a distance from a member for restricting a printing surface of the print medium to the nozzles.

29. A print position adjusting method as claimed in claim 27 or 28, characterized in that said second print position information includes information on an ejection speed of ink ejected from said print head.

30. A print position adjusting method as claimed in any one of claims 27 to 29, characterized in that each of said first and second memory means has a form

of nonvolatile memory.

31. A print position adjusting method as claimed in any one of claims 27 to 30, characterized in that said print head has at least two columns of ejection openings arranged side by side in the scan direction, said at least two columns of ejection openings are shifted from each other by an amount less than a pitch at which the ejection openings are arranged in the column. 5 10
32. A print position adjusting method as claimed in any one of claims 27 to 31, characterized in that the print head has heating elements to generate thermal energy for causing film boiling in ink as an energy for ejecting ink from ejection openings. 15
33. A print position adjusting method for adjusting a print position on a print medium during a forward scan and a print position on the print medium during a backward scan in a printing apparatus, wherein said printing apparatus removably supports a print head on which a plurality of ink ejection openings are arranged, and reciprocally scans said print head in a direction different from the arranging direction while ejecting ink to form an image, said method characterized by comprising the steps of: 20 25
- detecting a temperature of said print head;  
estimating an ejection speed of ink ejected from said print head based on the detected temperature; and  
determining an adjustment value for adjusting said print positions based on the estimated ejection speed. 30 35
34. A print position adjusting method as claimed in claim 33, characterized in that said ejection speed is estimated from information on the detected temperature and from information on the ejection speed characteristic of said print head and stored in memory means of said print head. 40
35. A print position adjusting method as claimed in claim 33 or 34, characterized in that said print head has at least two columns of ejection openings arranged side by side in the scan direction, said at least two columns of ejection openings are shifted from each other by an amount less than a pitch at which the ejection openings are arranged in the column. 45 50
36. A print position adjusting method as claimed in any one of claims 33 to 35, characterized in that the print head has heating elements to generate thermal energy for causing film boiling in ink as an energy for ejecting ink from ejection openings. 55

37. A print position adjusting method for adjusting a print position on a print medium during a forward scan and a print position on the print medium during a backward scan in a printing apparatus, wherein said printing apparatus removably supports a print head on which a plurality of ink ejection openings are arranged, and reciprocally scans said print head in a direction different from the arranging direction while ejecting ink to form an image, said method characterized by comprising the steps of:

detecting a temperature of said print head;  
switching a drive frequency and a scan speed of said print head based on the detected temperature;  
estimating an ejection speed of ink ejected from said print head based on the detected temperature; and  
determining an adjustment value for adjusting said print positions based on the estimated ejection speed and the scan speed.

38. A print position adjusting method as claimed in claim 37, characterized in that said ejection speed is estimated from information on the detected temperature and from information on the ejection speed characteristic of said print head and stored in memory means of said print head.

39. A print position adjusting method as claimed in claim 37 or 38, characterized in that said print head has at least two columns of ejection openings arranged side by side in the scan direction, said at least two columns of ejection openings are shifted from each other by an amount less than a pitch at which the ejection openings are arranged in the column.

40. A print position adjusting method as claimed in any one of claims 37 to 39, characterized in that the print head has heating elements to generate thermal energy for causing film boiling in ink as an energy for ejecting ink from ejection openings.

41. A printing apparatus removably supporting a print head on which a plurality of ink ejection openings are arranged, and reciprocally scanning said print head in a direction different from the arranging direction while ejecting ink to form an image, said apparatus characterized by comprising:

first memory means for storing first print position information associated with characteristic variations of said printing apparatus;  
means for referring said first memory means and second memory means in said print head storing second print position information associated with characteristic variations of said print

head, before forming an image by mounting said print head on said printing apparatus; and means for determining an adjustment value for adjusting a print position on a print medium during a forward scan and a print position on the print medium during a backward scan, based on said first and second print position information obtained by said referring.

42. A printing apparatus as claimed in claim 41, characterized in that said first print position information includes information on a distance from a member for restricting a printing surface of the print medium to the nozzles.

43. A printing apparatus as claimed in claim 41 or 42, characterized in that said second print position information includes information on an ejection speed of ink ejected from said print head.

44. A printing apparatus as claimed in any one of claims 41 to 43, characterized in that each of said first and second memory means has a form of nonvolatile memory.

45. A printing apparatus as claimed in any one of claims 41 to 44, characterized in that said print head has at least two columns of ejection openings arranged side by side in the scan direction, said at least two columns of ejection openings are shifted from each other by an amount less than a pitch at which the ejection openings are arranged in the column.

46. A printing apparatus as claimed in any one of claims 41 to 45, characterized in that the print head has heating elements to generate thermal energy for causing film boiling in ink as an energy for ejecting ink from ejection openings.

47. A printing apparatus removably supporting a print head on which a plurality of ink ejection openings are arranged, and reciprocally scanning said print head in a direction different from the arranging direction while ejecting ink to form an image, said apparatus characterized by comprising:

means for detecting a temperature of said print head;

means for estimating an ejection speed of ink ejected from said print head based on the detected temperature; and

means for determining an adjustment value for adjusting a print position on a print medium during a forward scan and a print position on the print medium during a backward scan based on the estimated ejection speed.

48. A printing apparatus as claimed in claim 47, char-

acterized in that said ejection speed is estimated from information on the detected temperature and from information on the ejection speed characteristic of said print head and stored in memory means of said print head.

49. A printing apparatus as claimed in claim 47 or 48, characterized in that said print head has at least two columns of ejection openings arranged side by side in the scan direction, said at least two columns of ejection openings are shifted from each other by an amount less than a pitch at which the ejection openings are arranged in the column.

50. A printing apparatus as claimed in any one of claims 47 to 49, characterized in that the print head has heating elements to generate thermal energy for causing film boiling in ink as an energy for ejecting ink from ejection openings.

51. A printing apparatus removably supporting a print head on which a plurality of ink ejection openings are arranged, and reciprocally scanning said print head in a direction different from the arranging direction while ejecting ink to form an image, said apparatus characterized by comprising:

means for detecting a temperature of said print head;

means for switching a drive frequency and a scan speed of said print head based on the detected temperature;

means for estimating an ejection speed of ink ejected from said print head based on the detected temperature; and

determining an adjustment value for adjusting a print position on a print medium during a forward scan and a print position on the print medium during a backward scan based on the estimated ejection speed and the scan speed.

52. A printing apparatus as claimed in claim 51, characterized in that said ejection speed is estimated from information on the detected temperature and from information on the ejection speed characteristic of said print head and stored in memory means of said print head.

53. A printing apparatus as claimed in claim 51 or 52, characterized in that said print head has at least two columns of ejection openings arranged side by side in the scan direction, said at least two columns of ejection openings are shifted from each other by an amount less than a pitch at which the ejection openings are arranged in the column.

54. A printing apparatus as claimed in any one of claims 51 to 53, characterized in that the print head has

heating elements to generate thermal energy for causing film boiling in ink as an energy for ejecting ink from ejection openings.

55. A control device for controlling an operation of a printing apparatus arranged to print using a print head having a plurality of printing elements such that an image is printed in the plurality of recording operations, the control device comprising:

5

timing control means for controlling the timing of driving of printing elements during a recording operation; and

timing adjustment means for adjusting the driving timing for different recording operations.

10

56. A control device according to claim 55, which further comprises forming means for causing the printing apparatus to print out a plurality of adjustment patterns wherein the difference in driving timing for different recording operations differs between adjustment patterns; and storing means for storing an adjustment value for determining the difference in driving timing for different recording operations to be used to record an image, wherein the adjustment value is determined on the basis of the adjustment patterns.

15

20

25

30

35

40

45

50

55



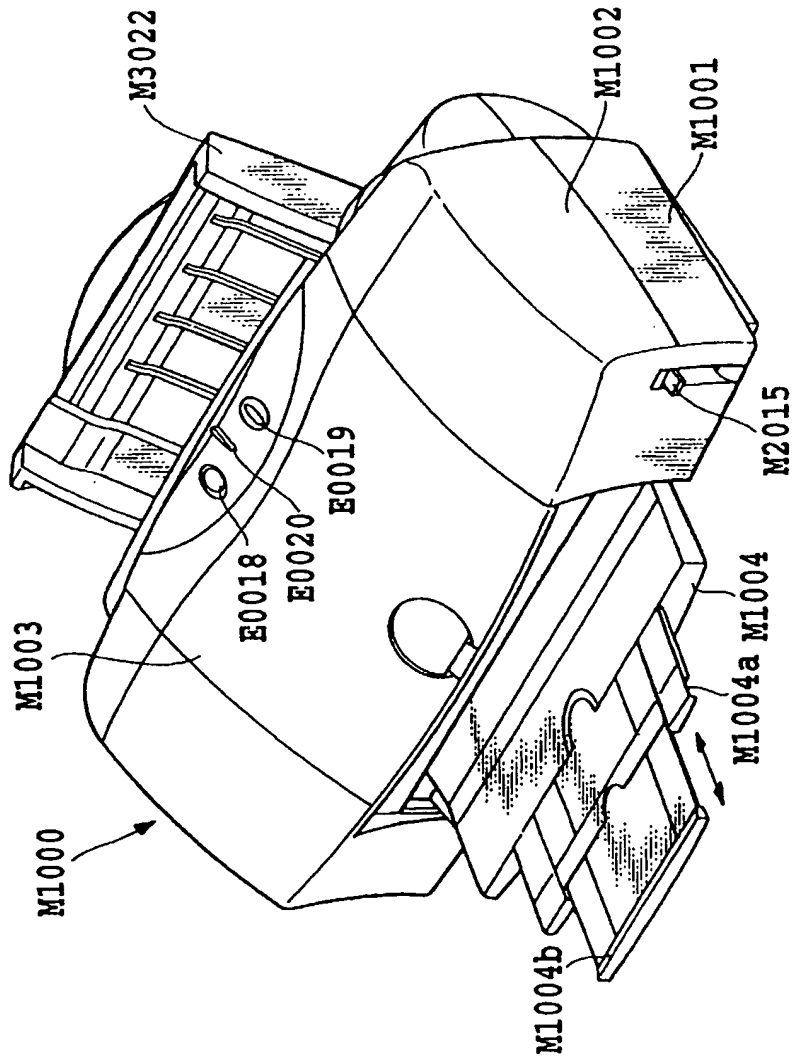


FIG.1

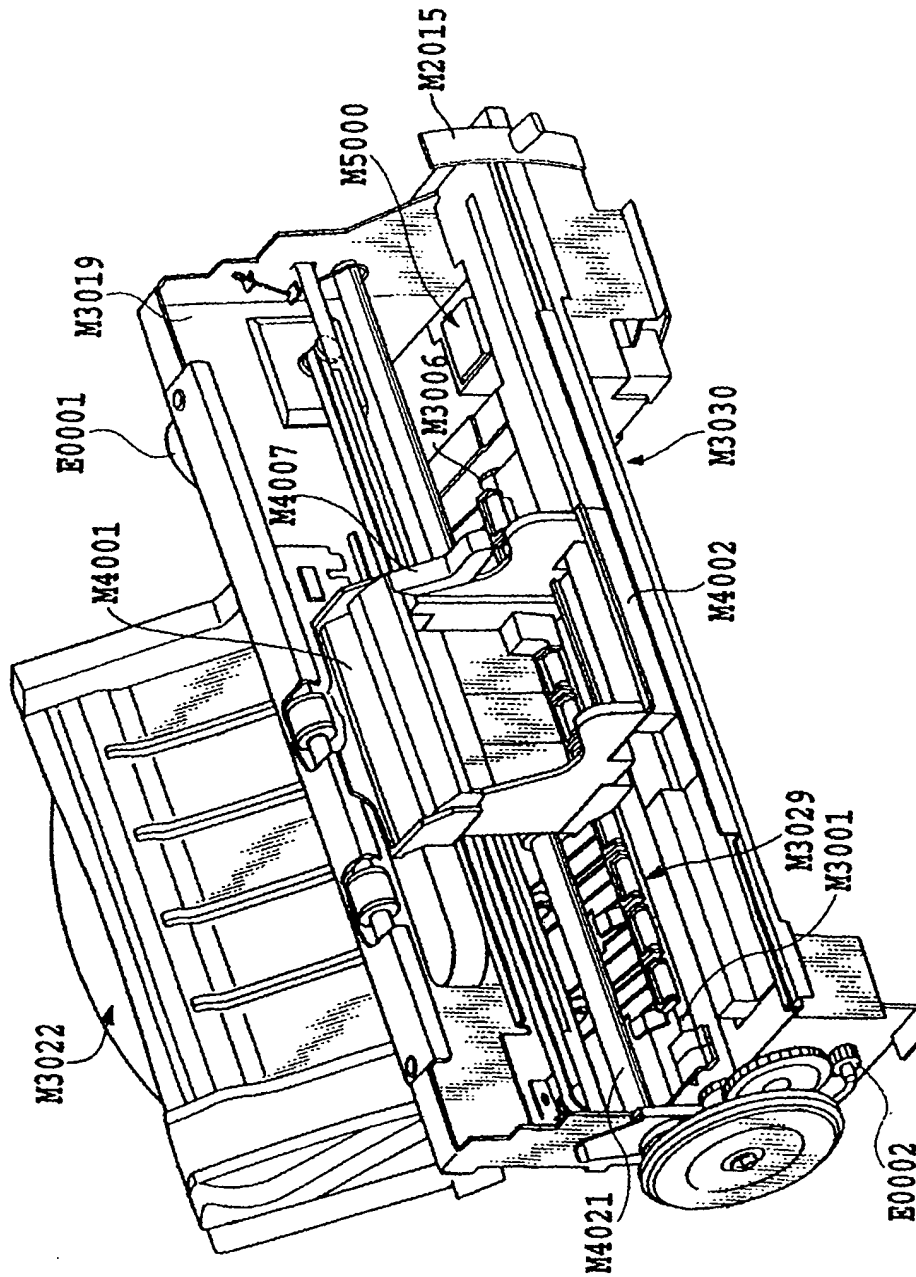
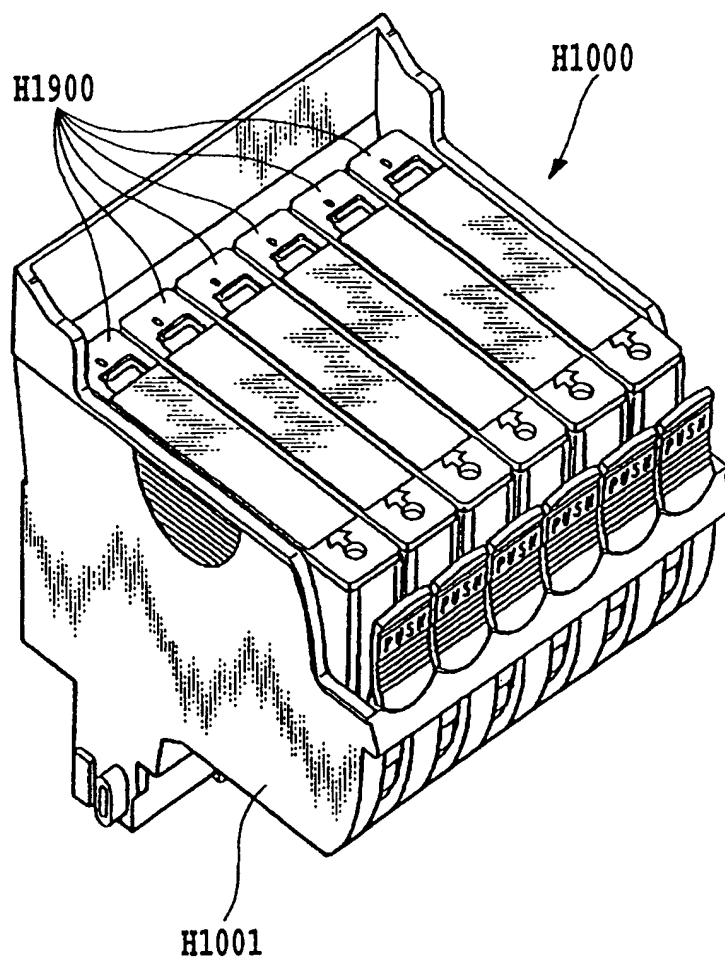


FIG. 2



**FIG.3**

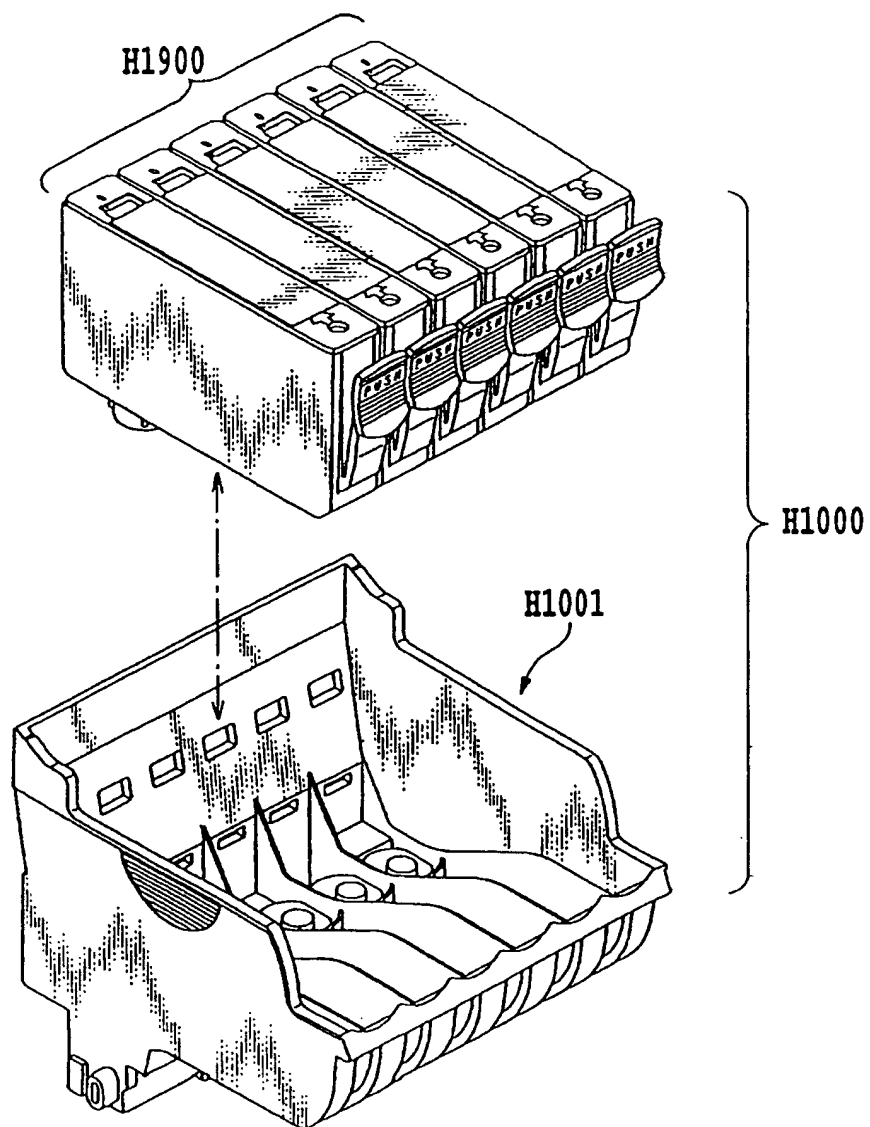


FIG.4

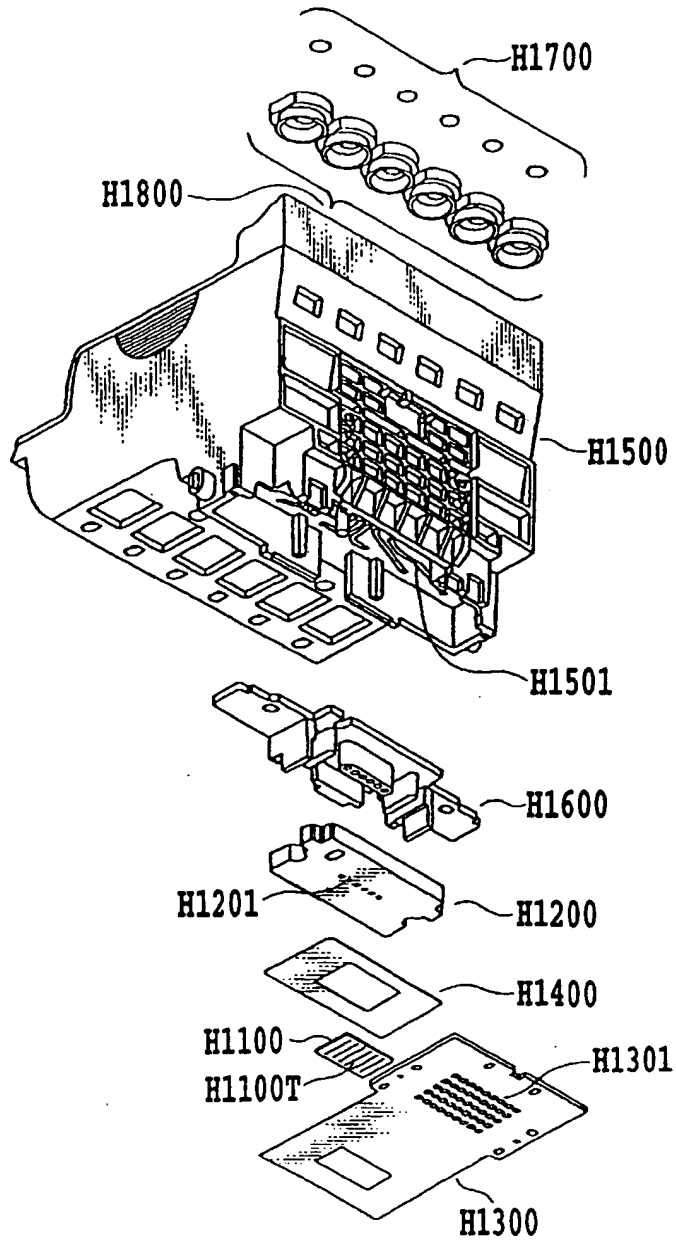


FIG.5

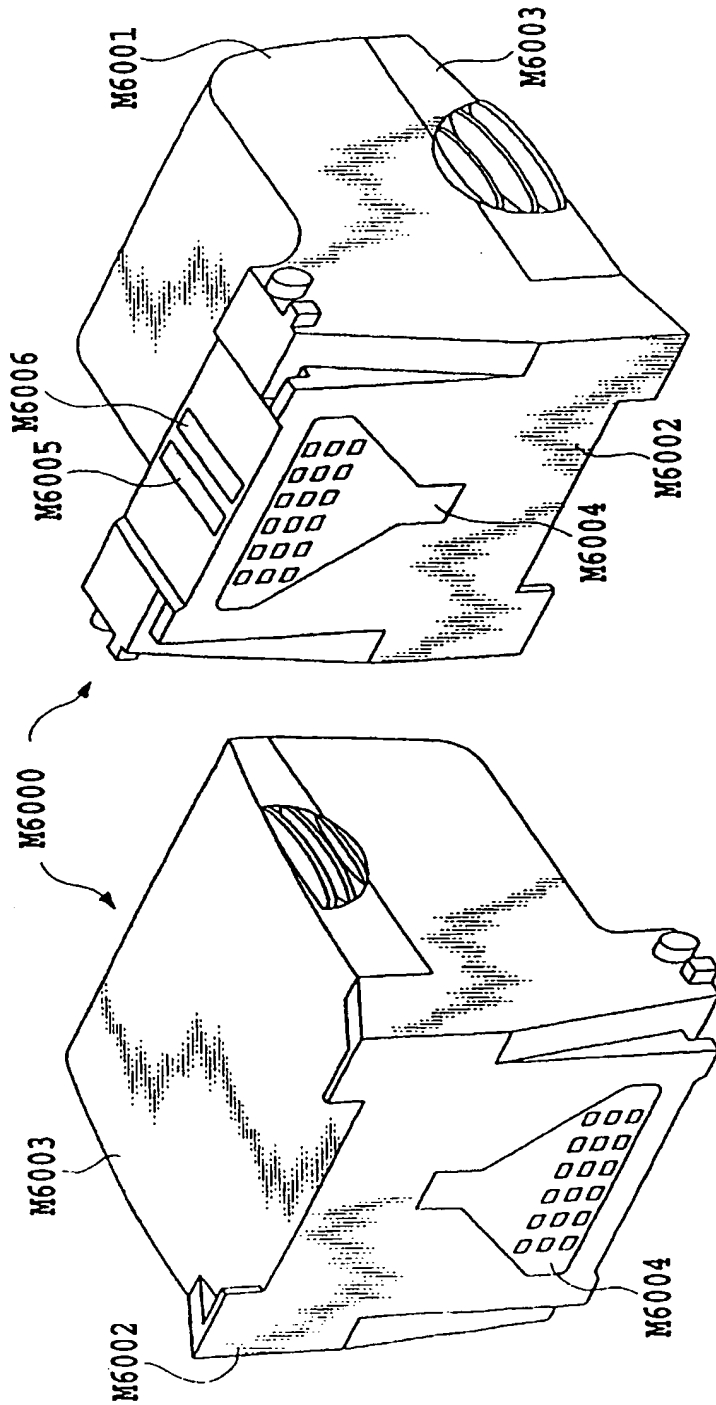


FIG.6B

FIG.6A

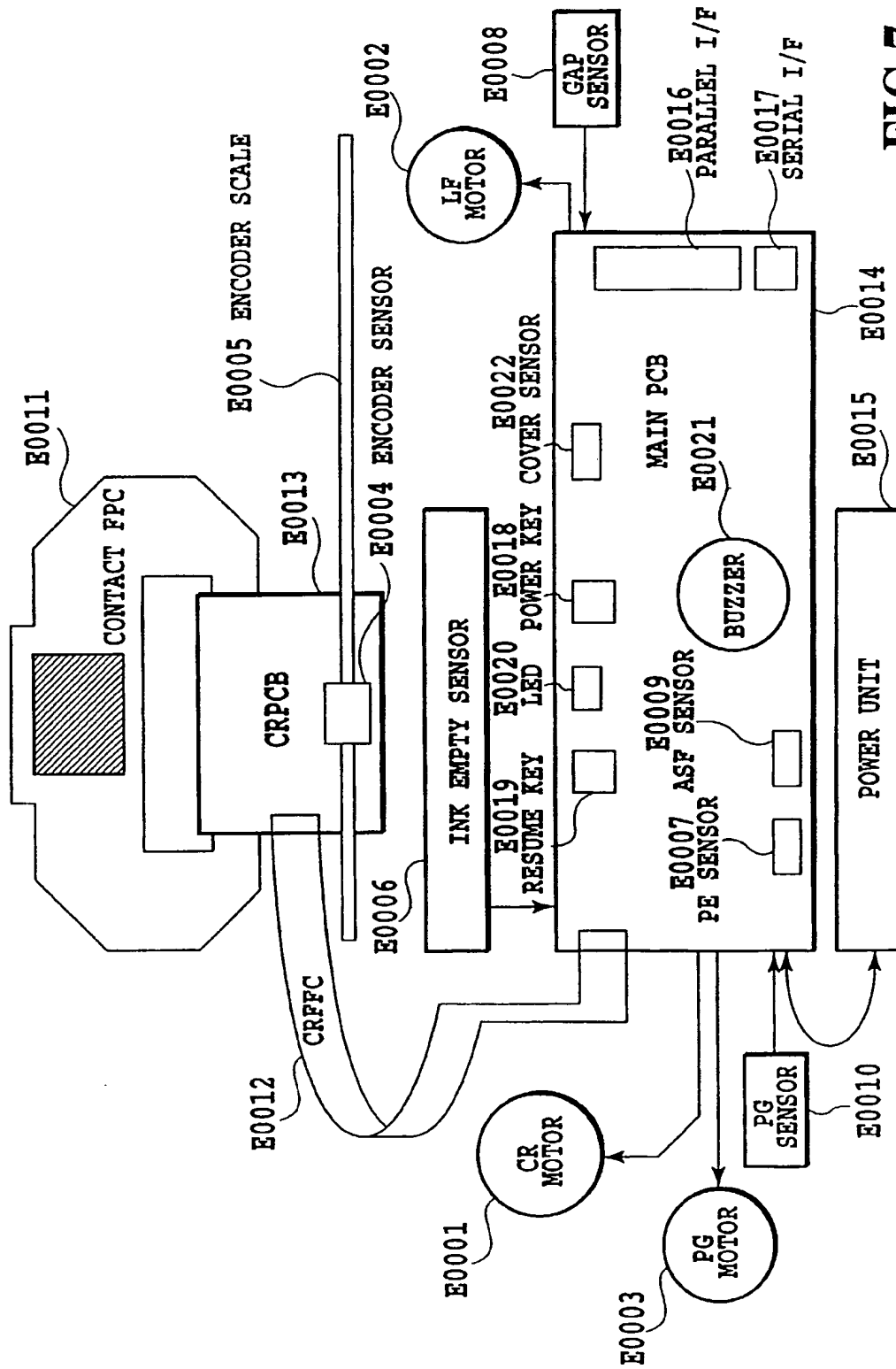


FIG. 7

FIG.8

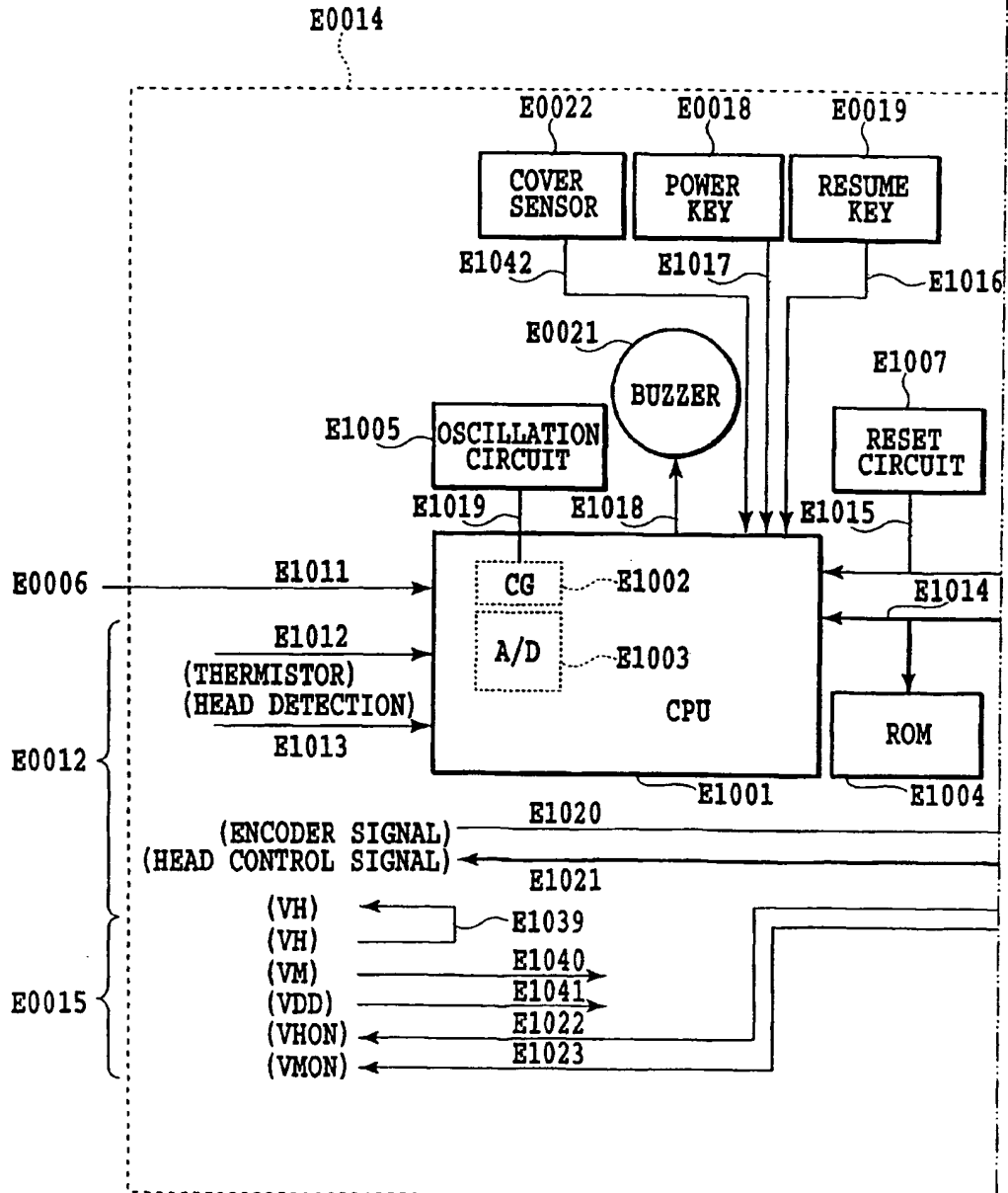
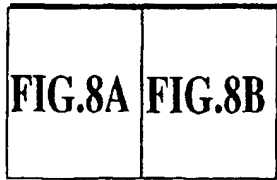


FIG.8A



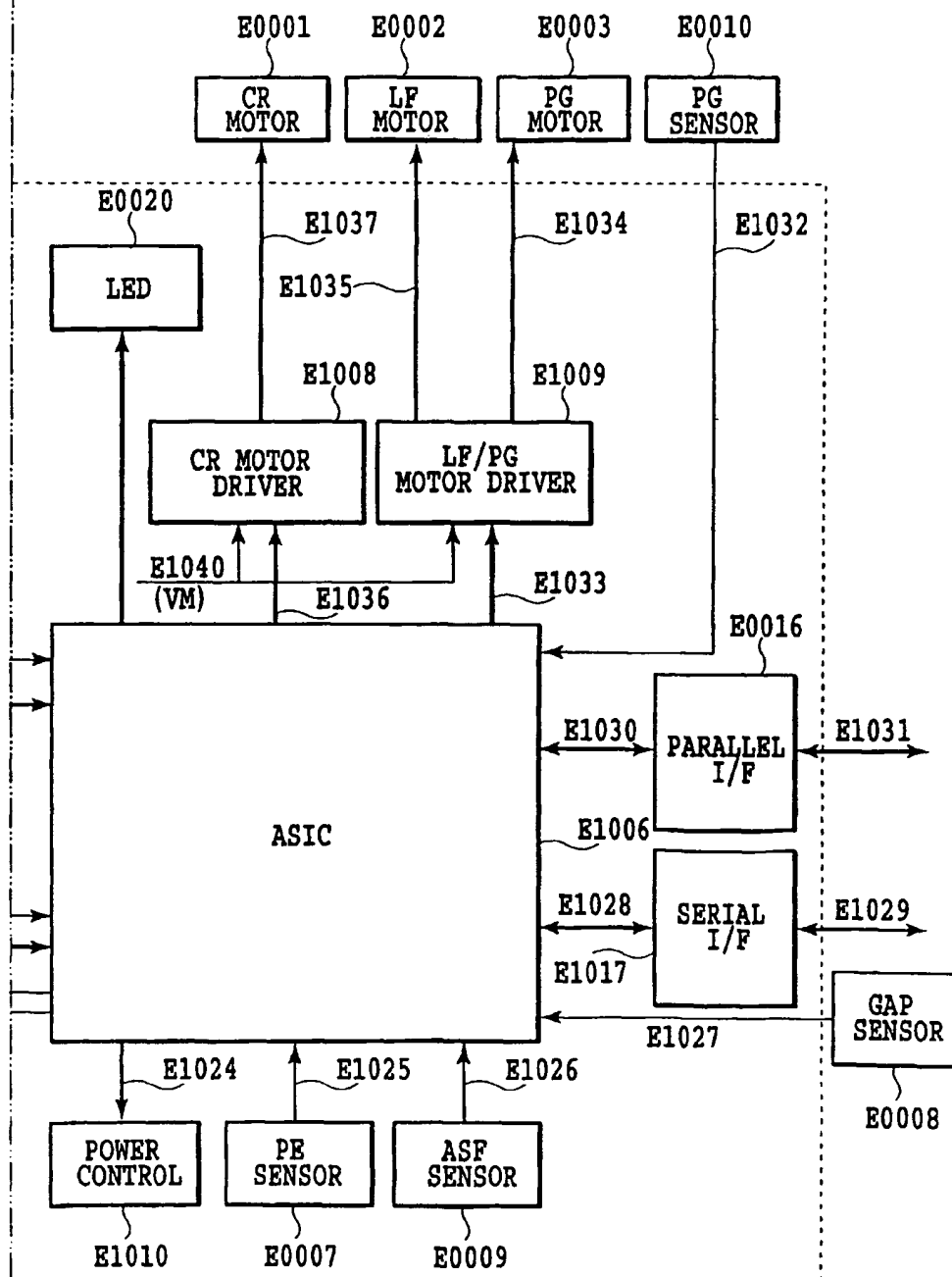


FIG.8B

**FIG.9**

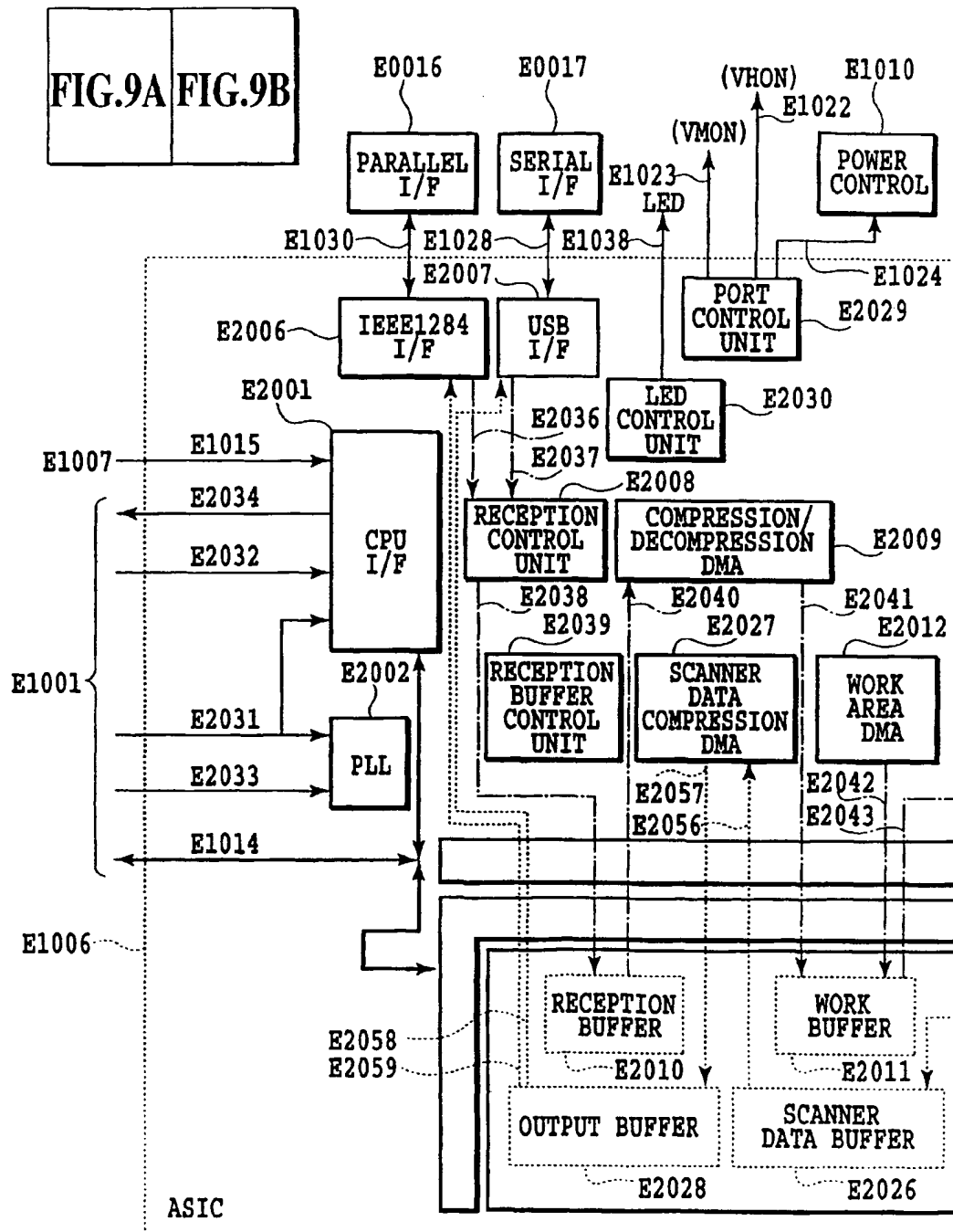


FIG.9A

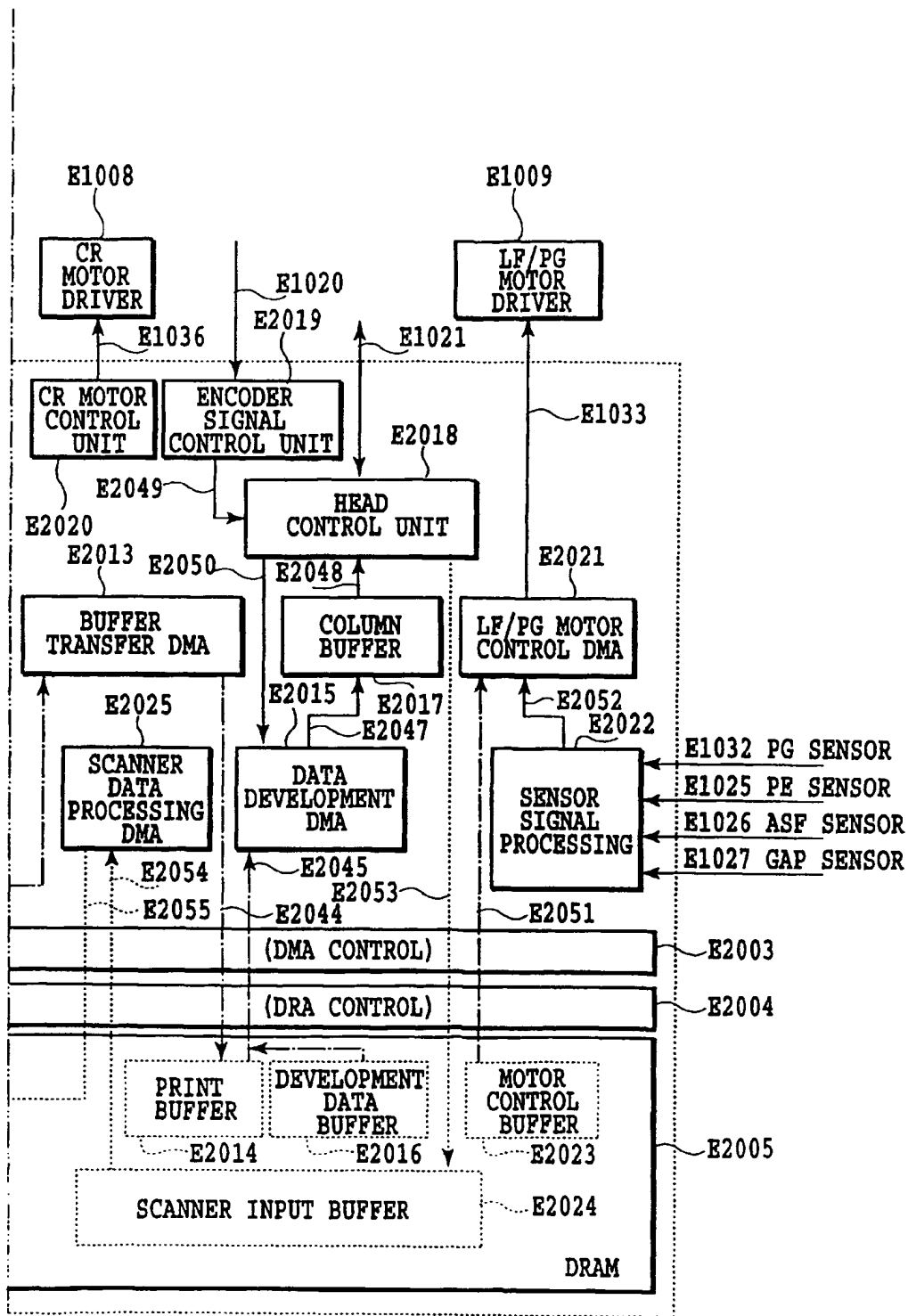


FIG.9B

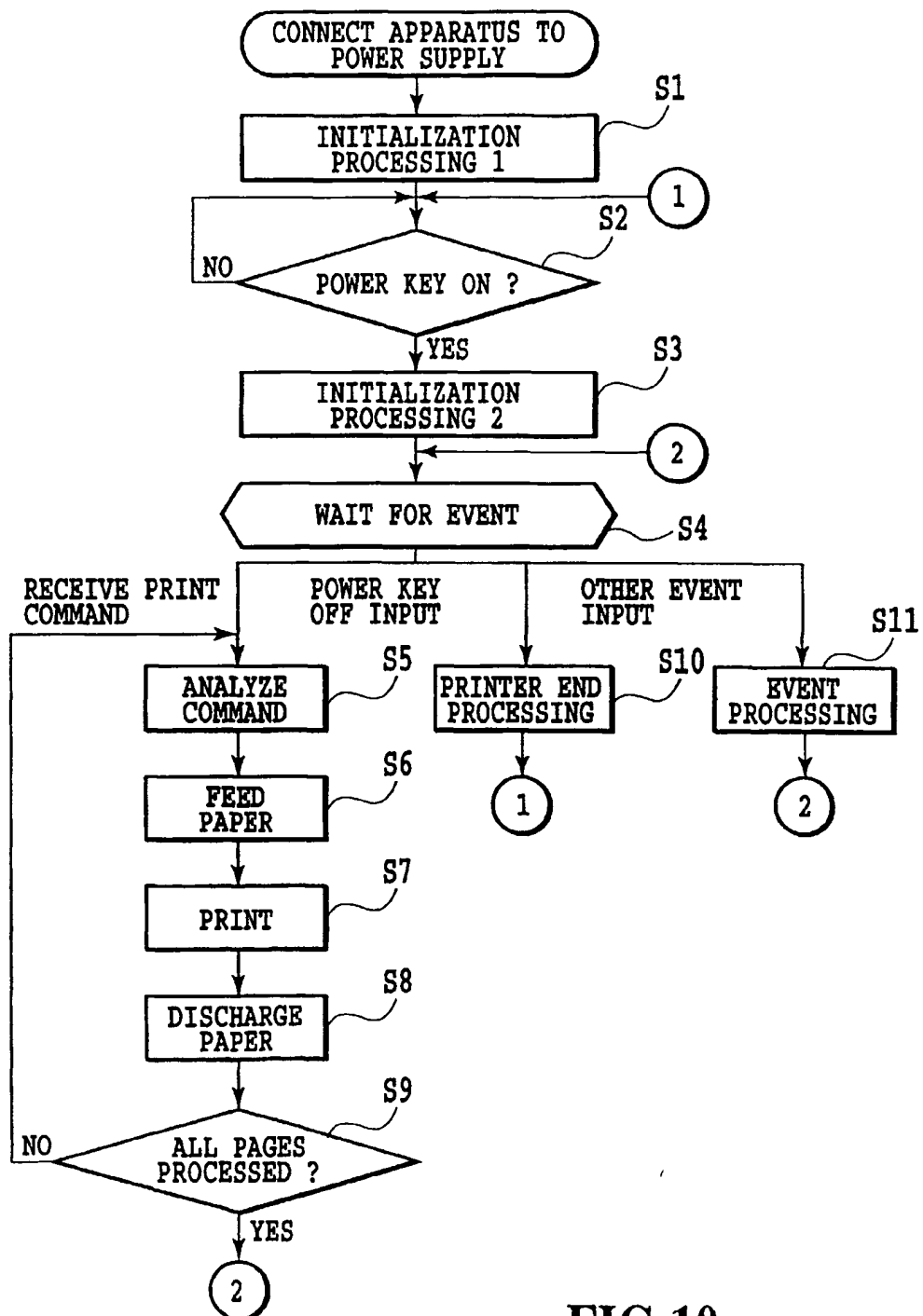
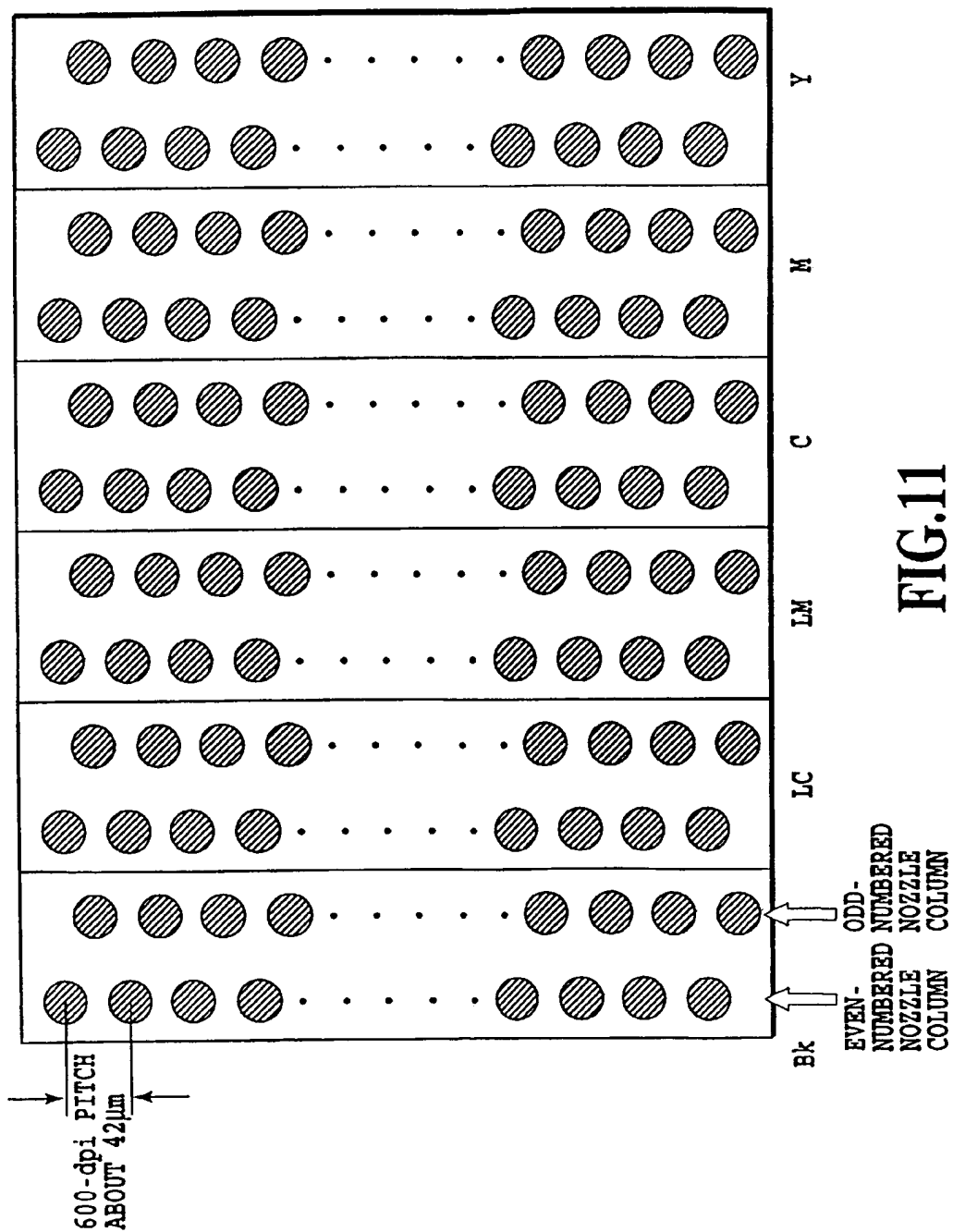


FIG.10



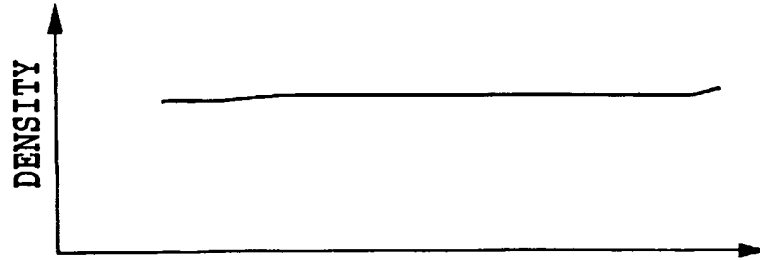


FIG. 12C

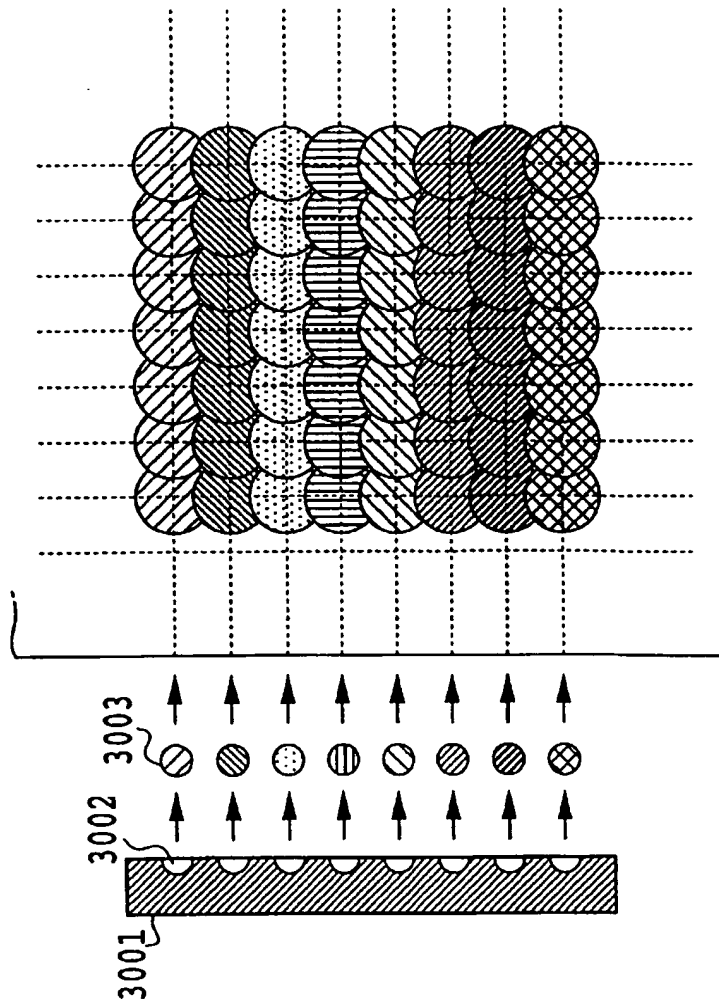


FIG. 12B

FIG. 12A

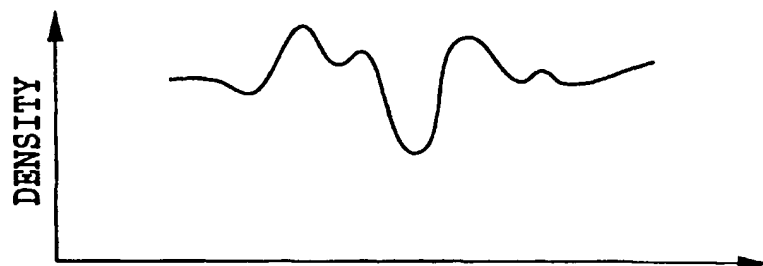


FIG.13C

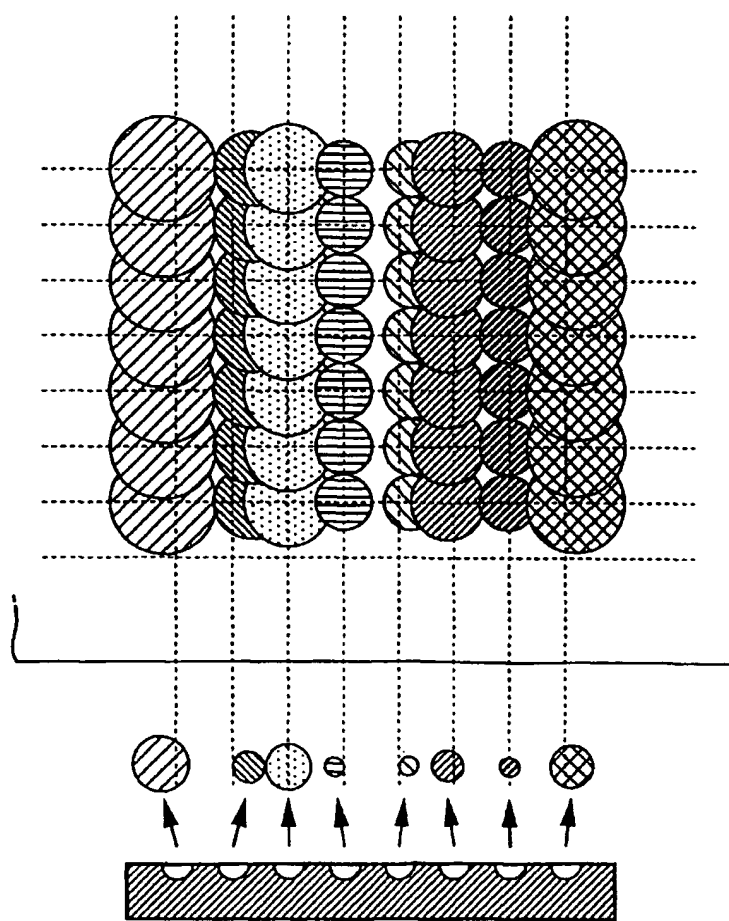


FIG.13B

FIG.13A

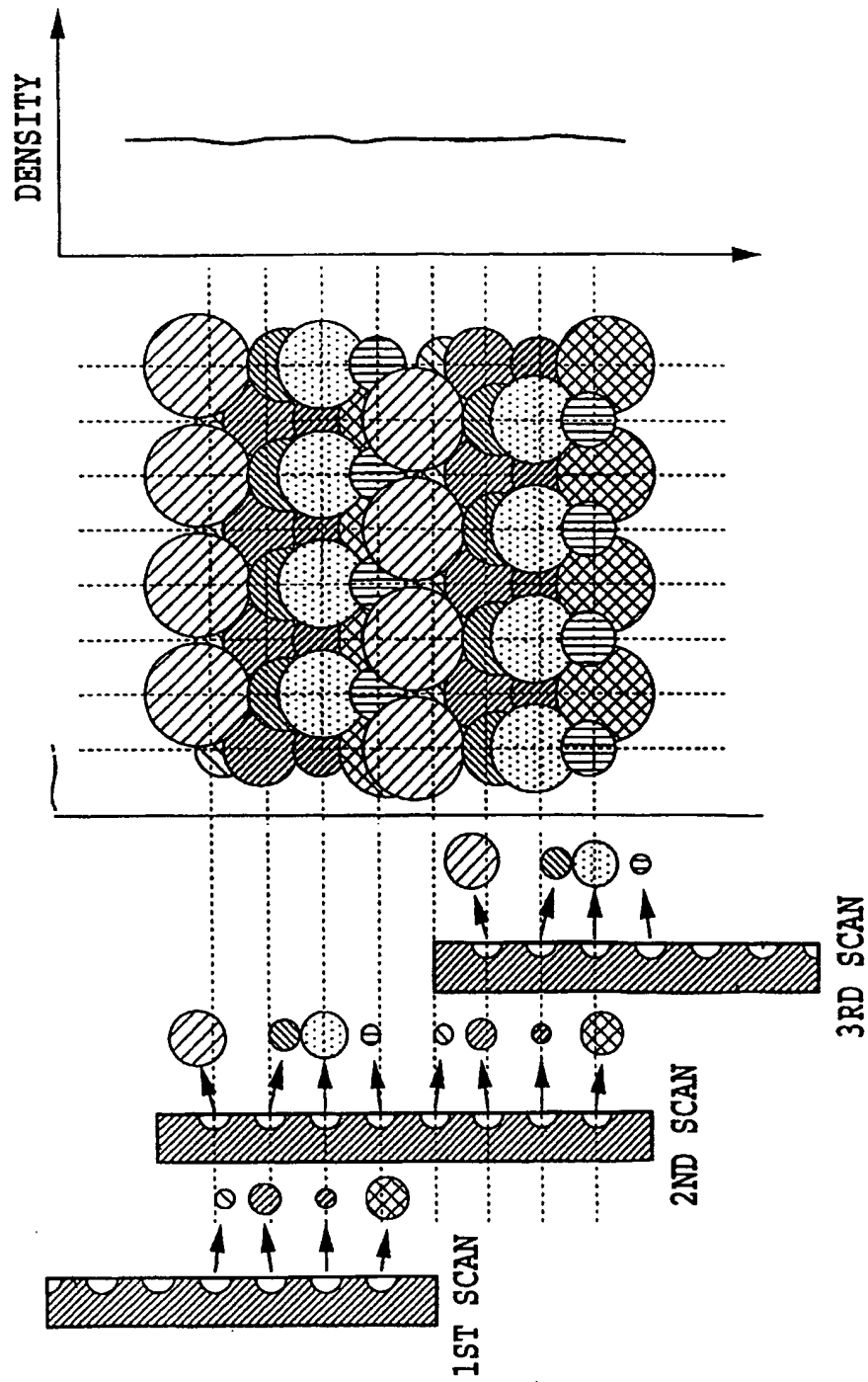
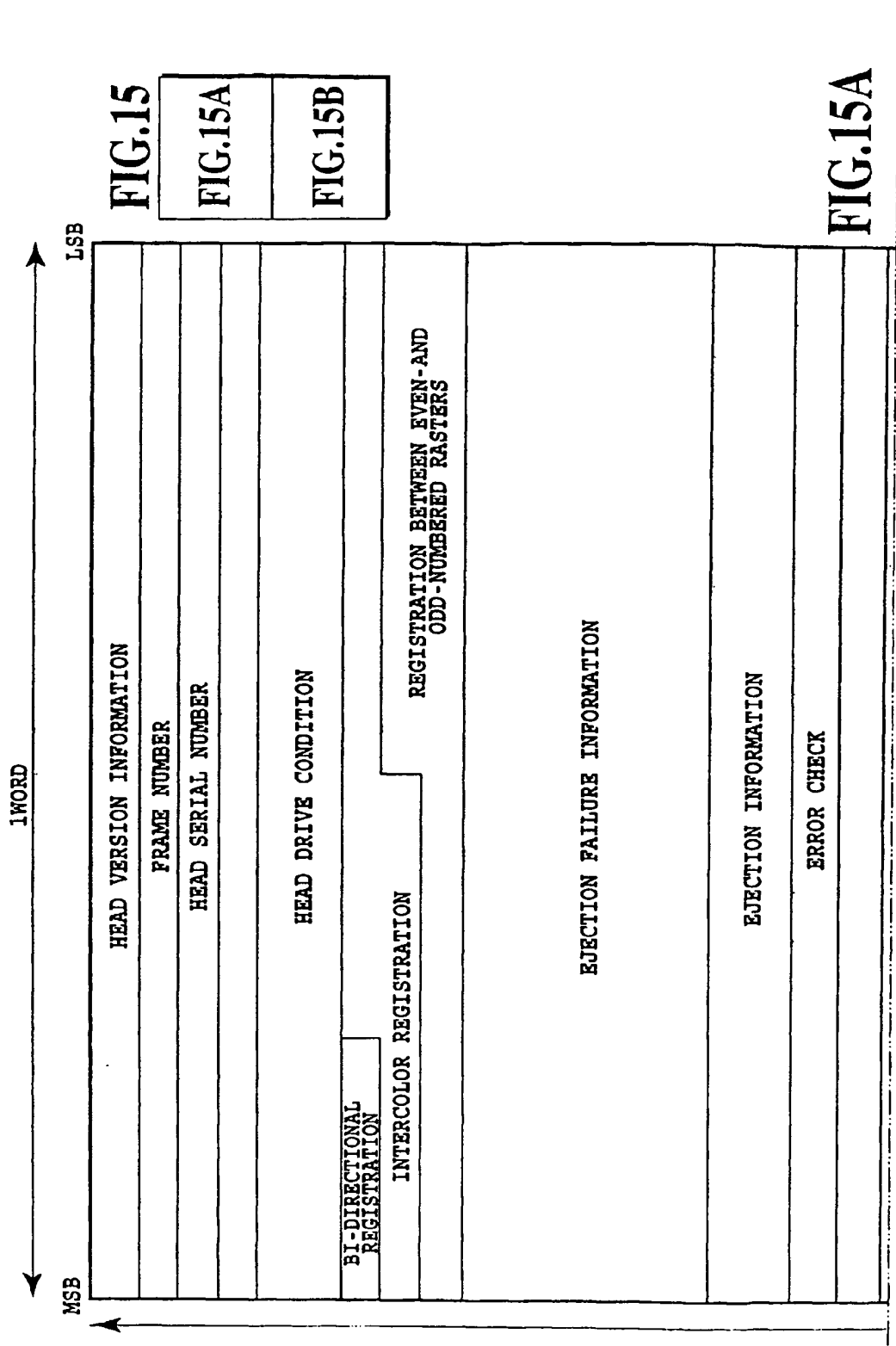


FIG.14A

FIG.14B

FIG.14C





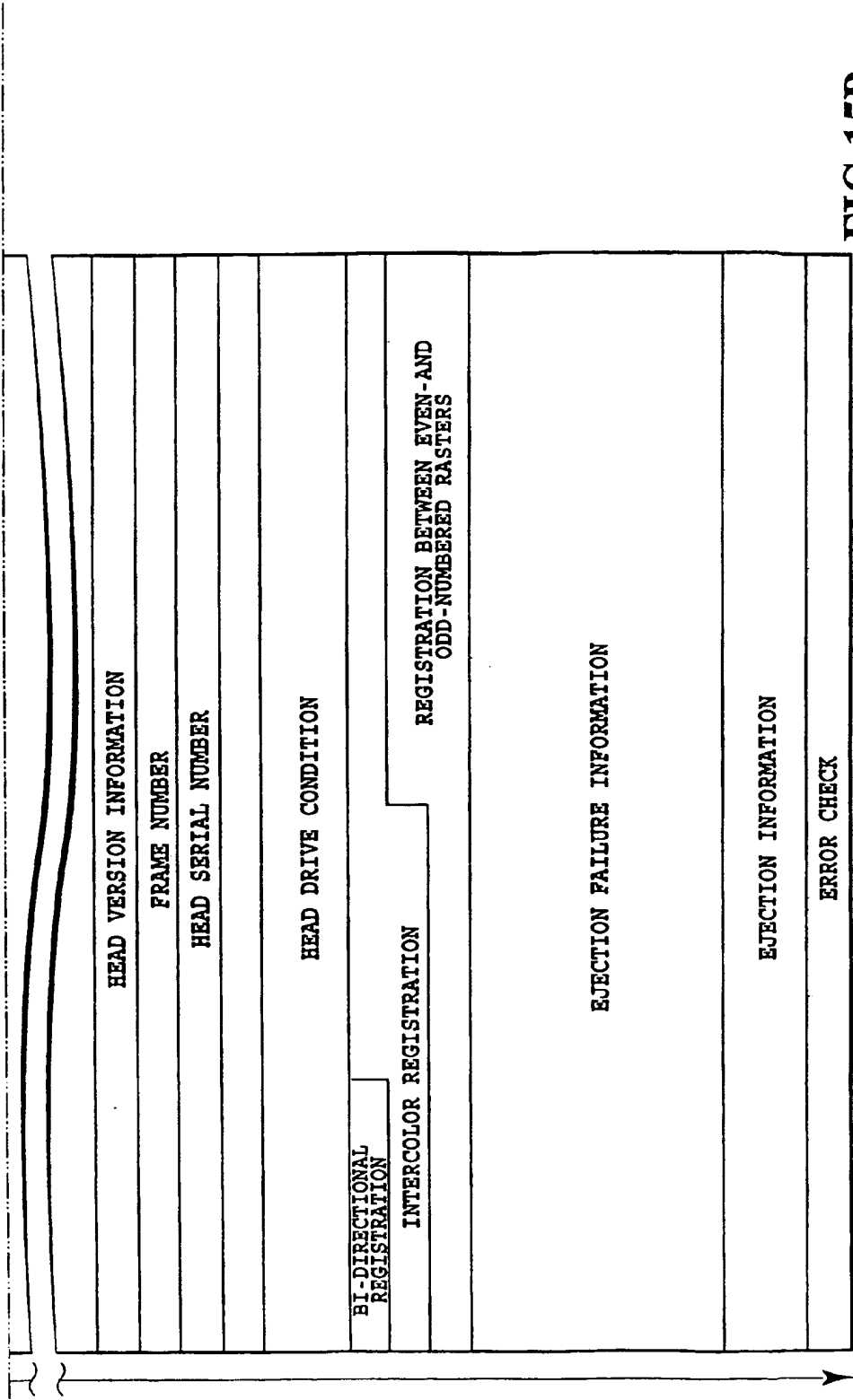


FIG.15B

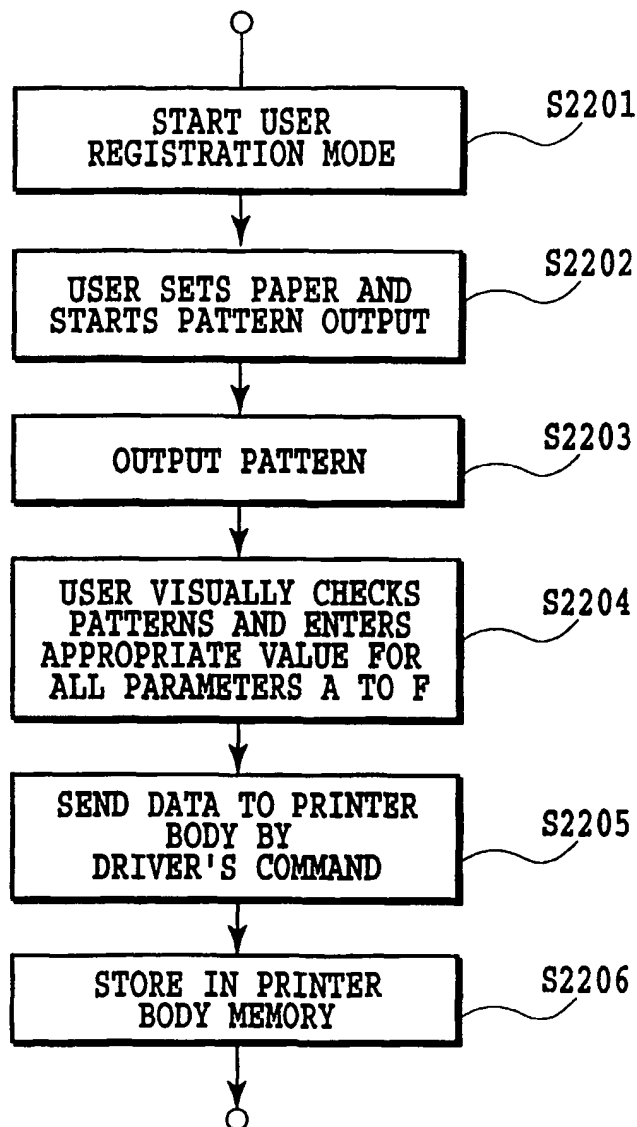


FIG.16A

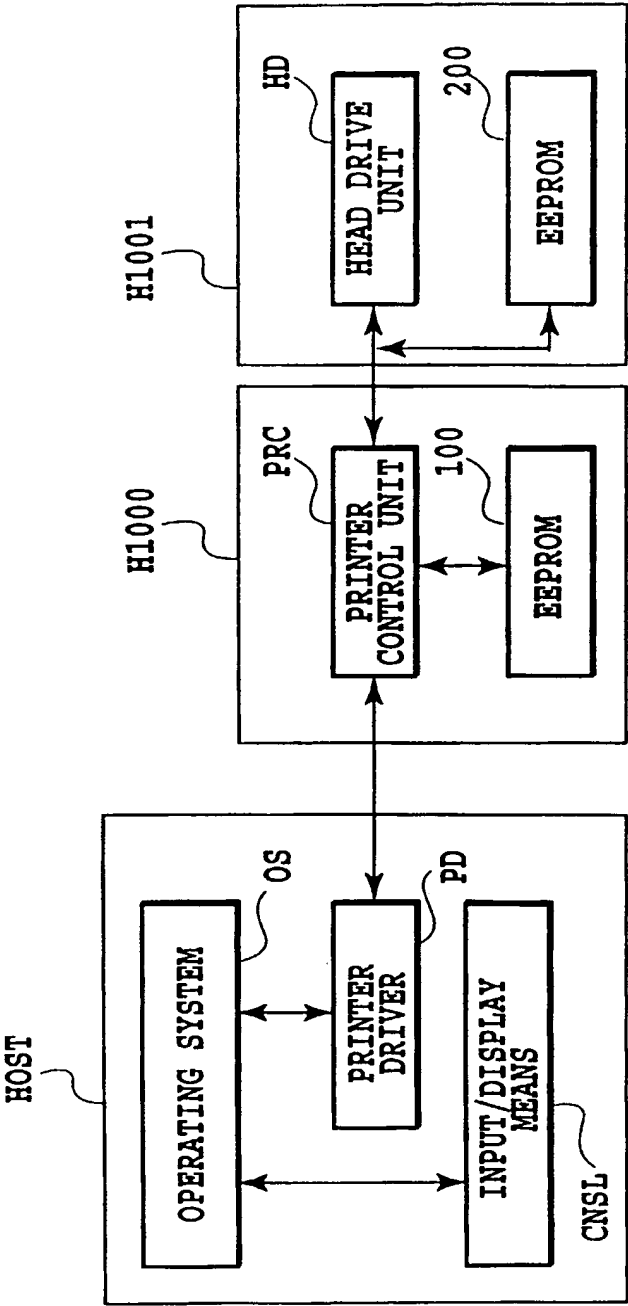


FIG.16B

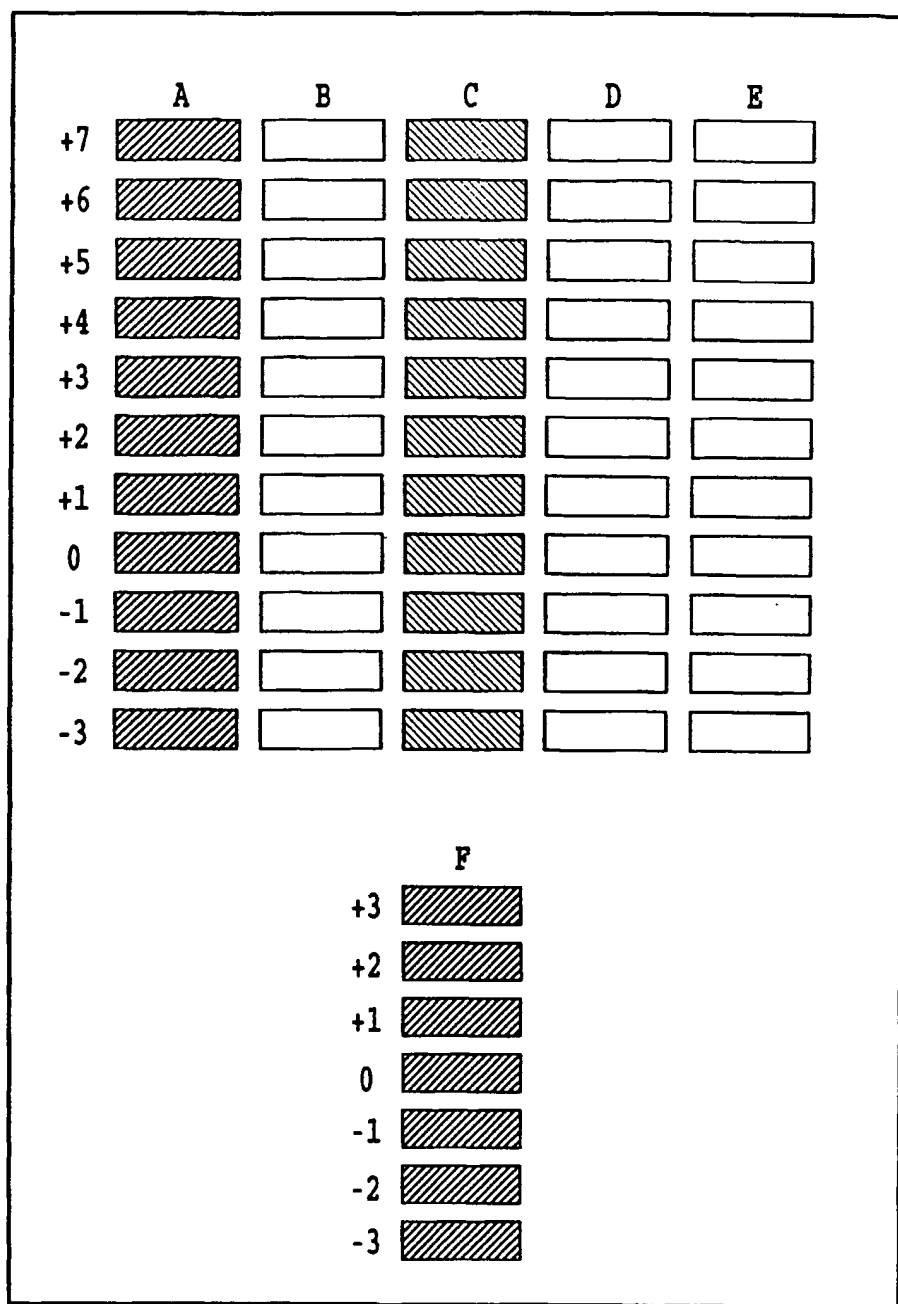


FIG.17

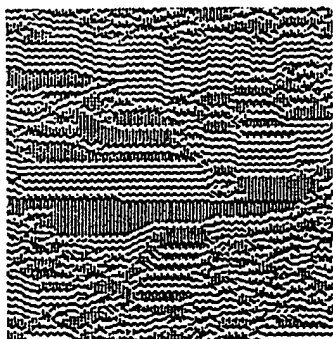


FIG. 18C

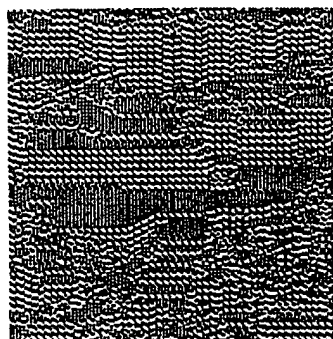


FIG. 18B

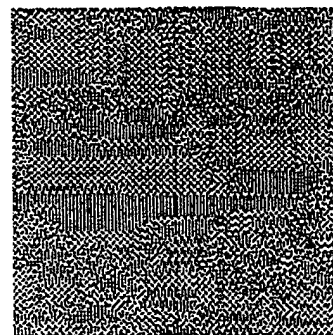


FIG. 18A

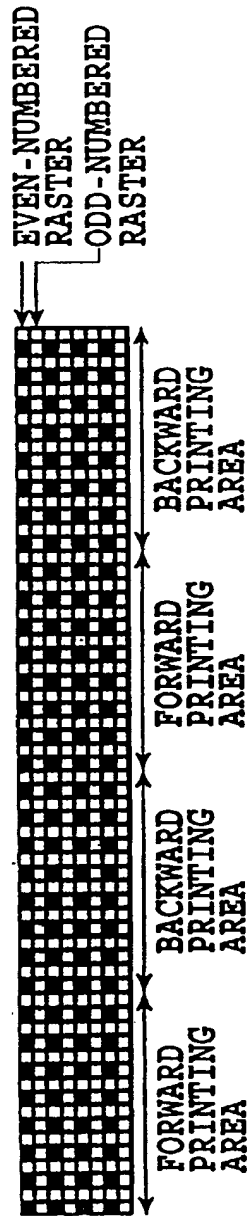


FIG.19A

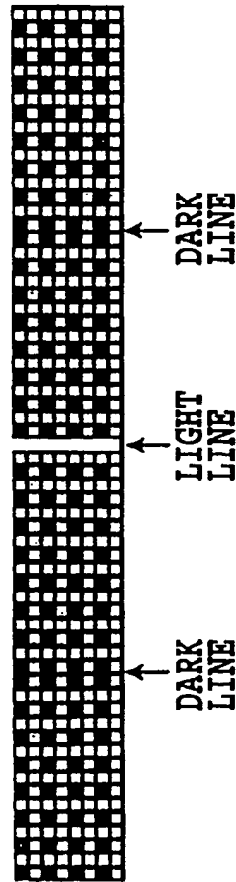
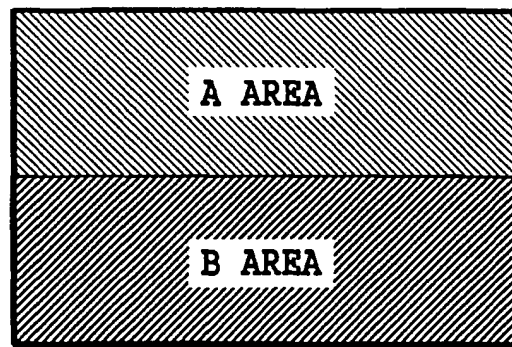


FIG.19B



**FIG.20**



**FIG.21A**

	HQ	HS
NORMAL POSITION	3	4
THICK SHEET POSITION	4	6

UNIT (PIXEL)

**FIG.21B**

	HQ	HS
NORMAL POSITION	3	5
THICK SHEET POSITION	4	7

UNIT (PIXEL)

**FIG.21C**

	HQ	HS
NORMAL POSITION	3	5
THICK SHEET POSITION	4	7

UNIT (PIXEL)

**FIG.21D**

	HQ	HS
NORMAL POSITION	3	6
THICK SHEET POSITION	4	8

UNIT (PIXEL)

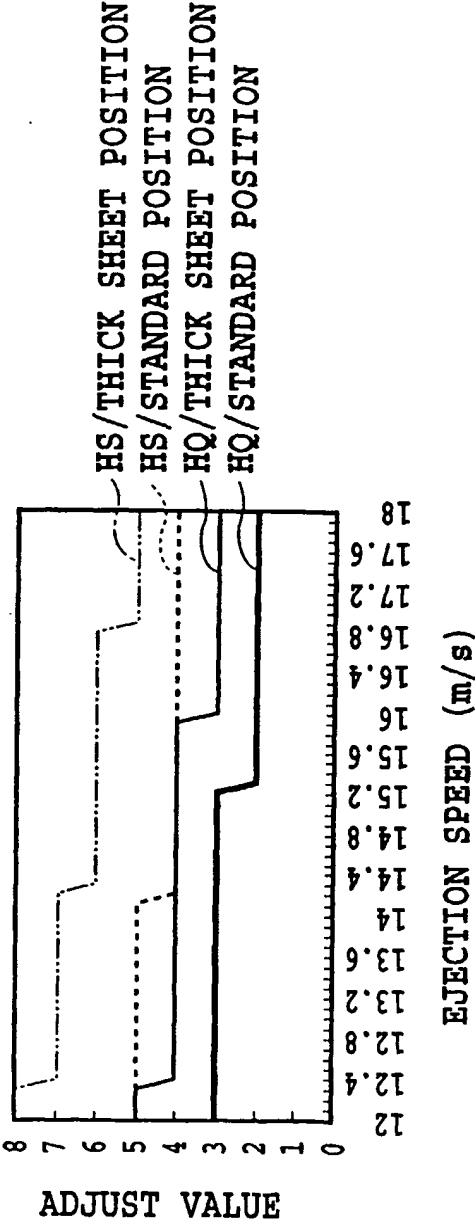


FIG.22

EJECTION SPEED (m/s)	12~12.4	12.4~114.2	14.2~15.3	15.3~16.0	16.0~16.9	16.9~18.0
HS/THICK SHEET POSITION	3	3	3	2	2	2
HS/STANDARD POSITION	5	4	4	4	3	3
HQ/THICK SHEET POSITION	5	4	4	4	4	4
HQ/STANDARD POSITION	8	7	6	6	6	5

UNIT (PIXEL)

FIG.23

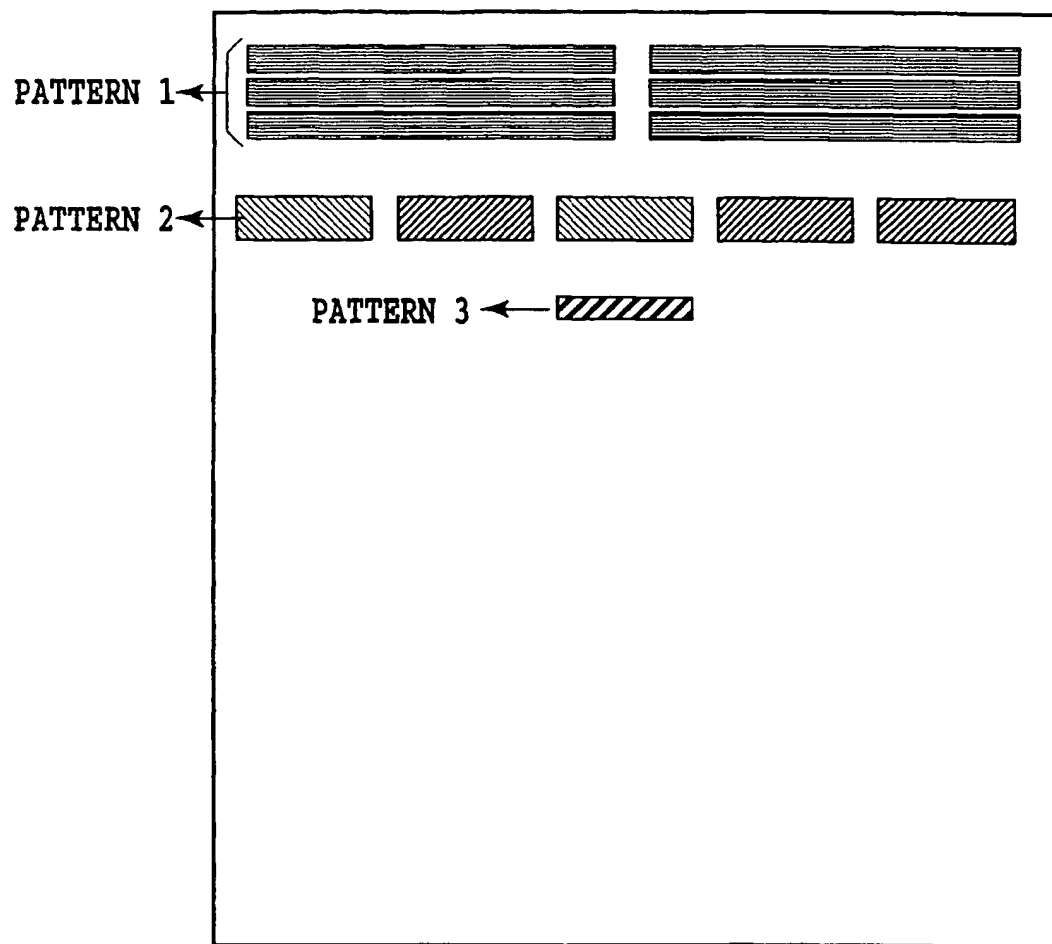
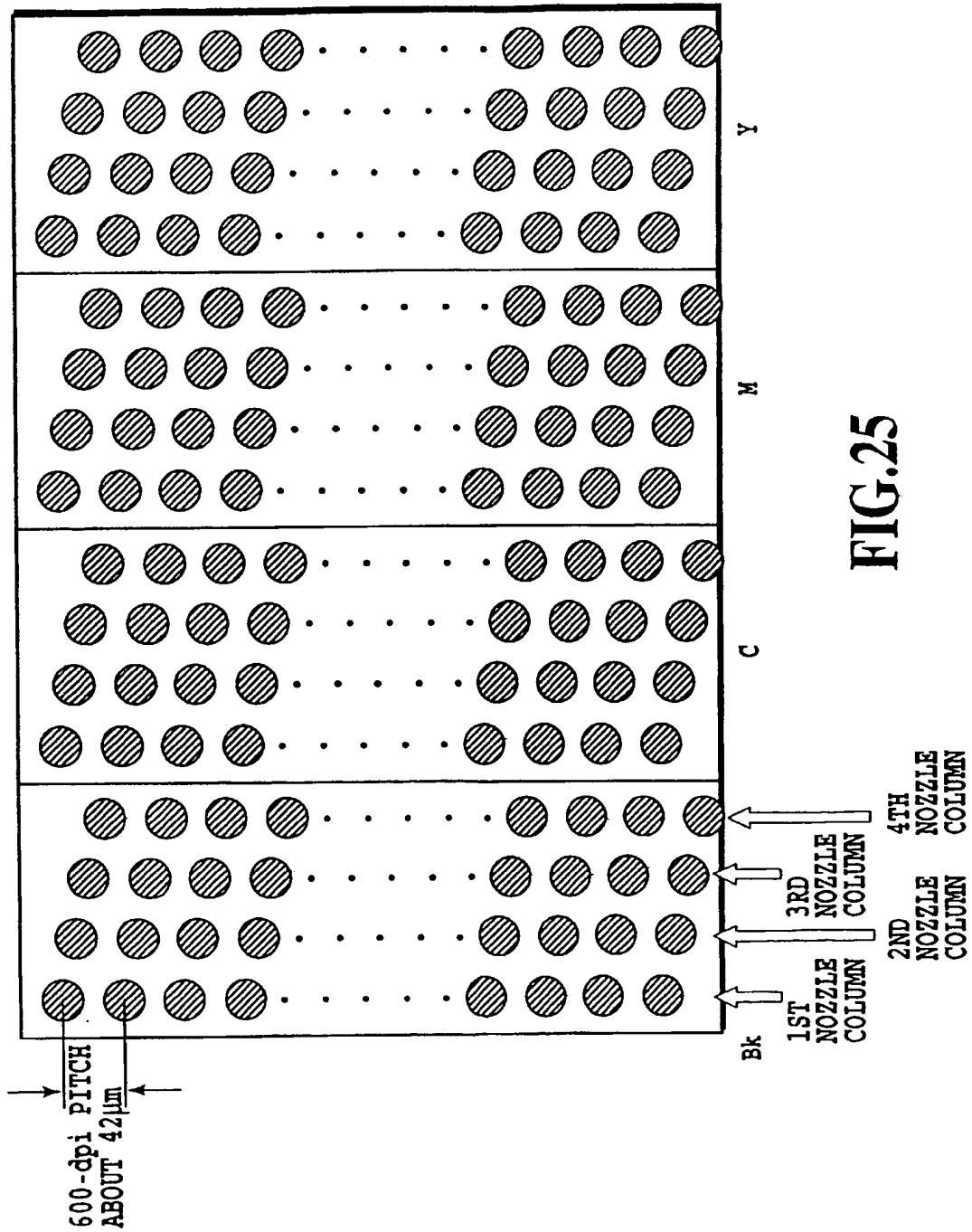


FIG.24



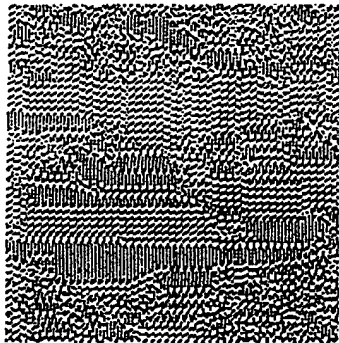


FIG. 26A

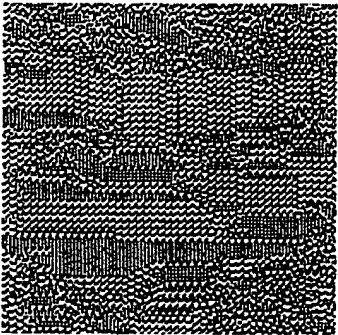


FIG. 26B

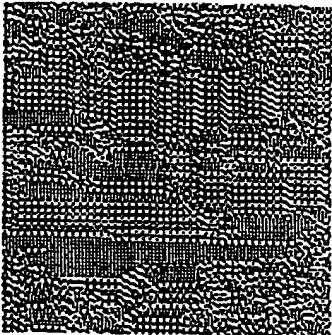


FIG. 26C

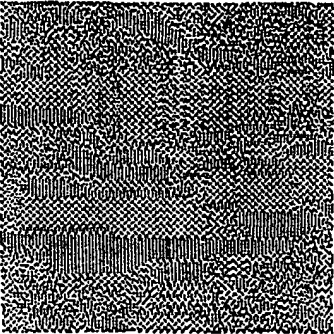


FIG. 26D

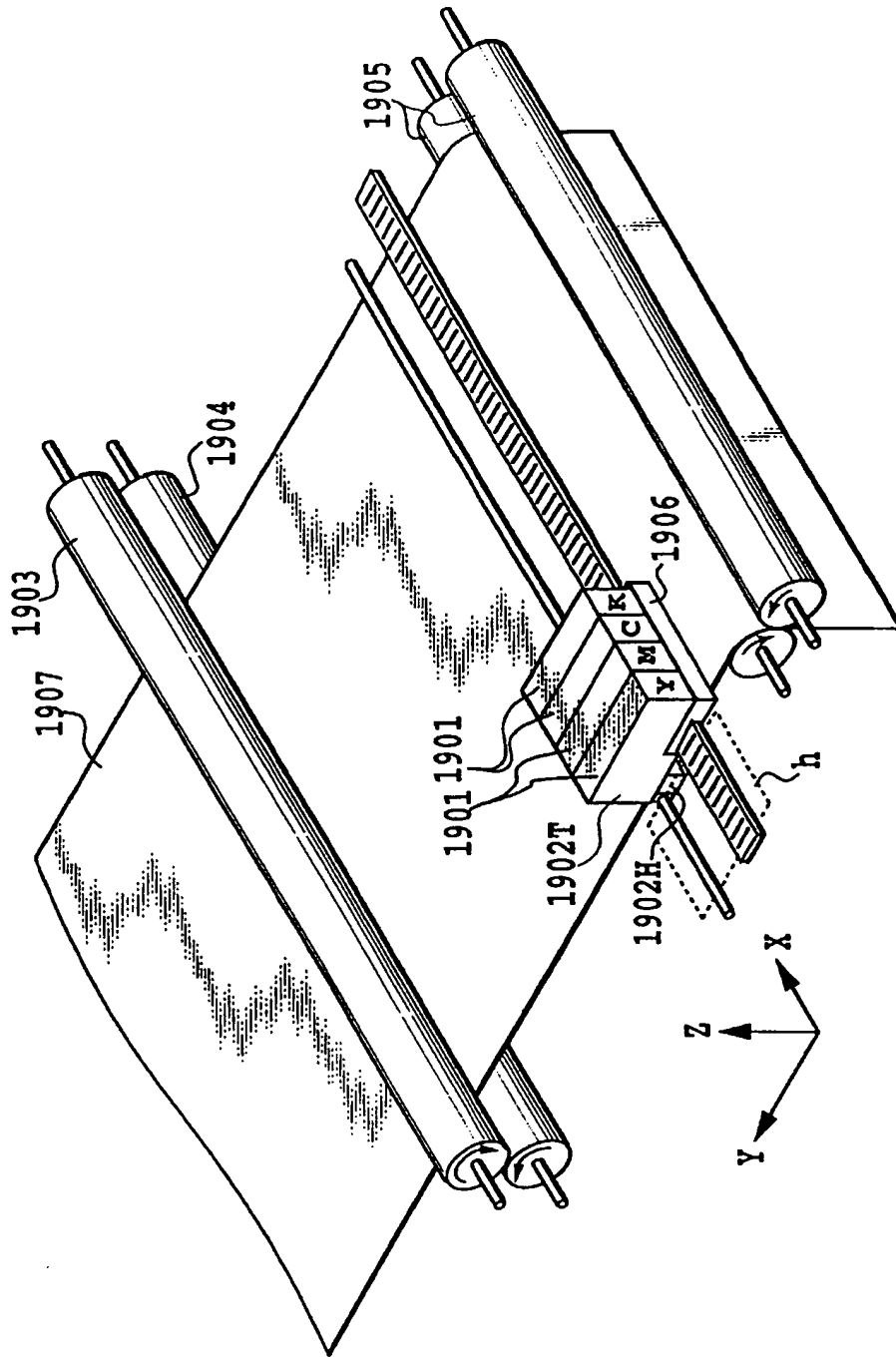
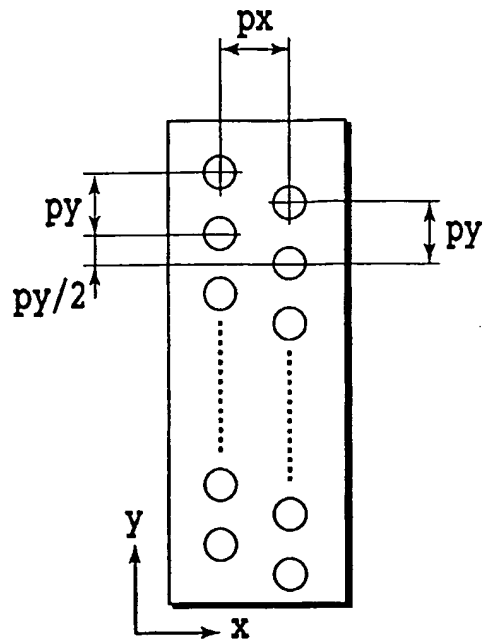
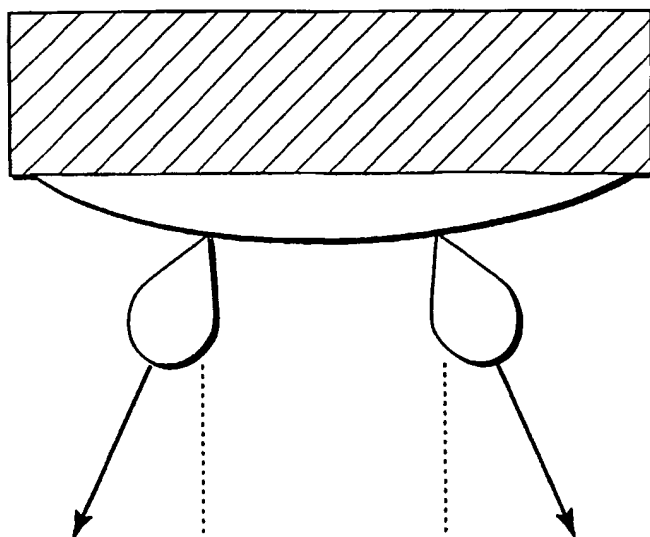


FIG. 27



**FIG. 28A**



**FIG. 28B**



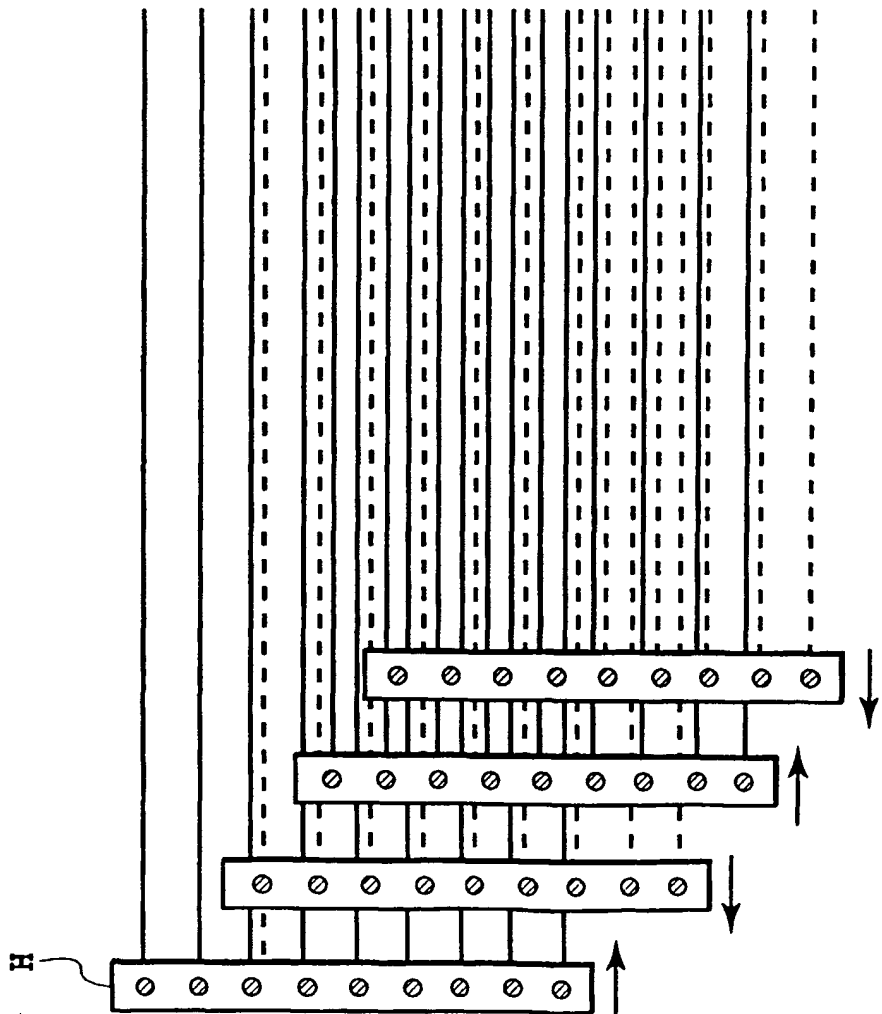


FIG.29

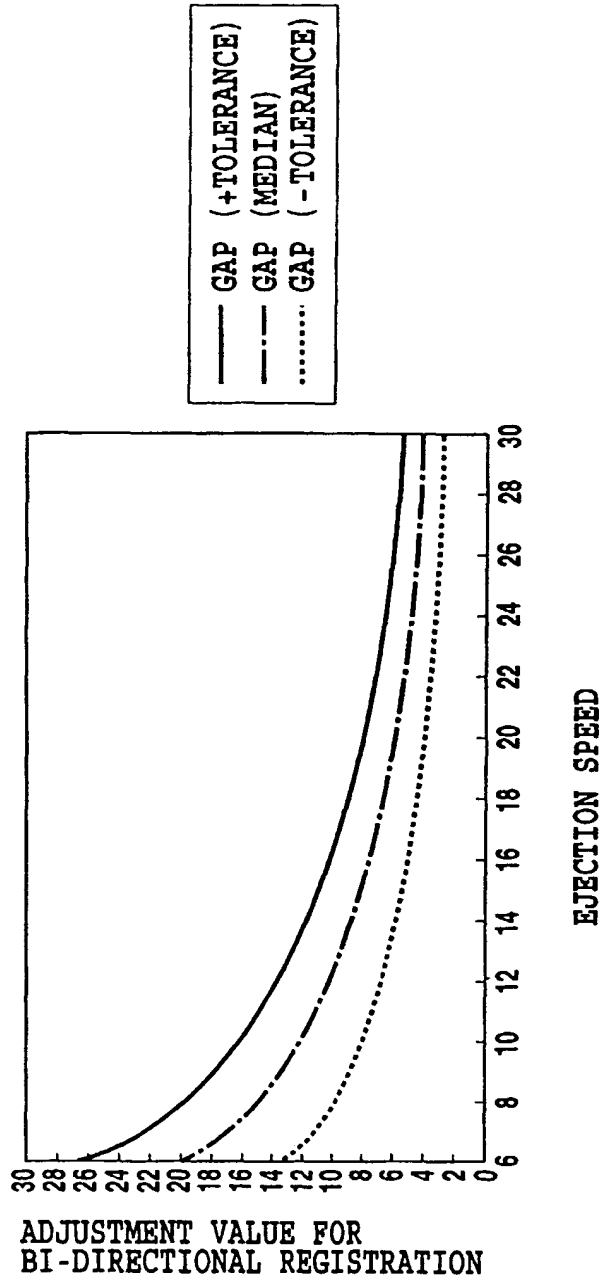


FIG.30

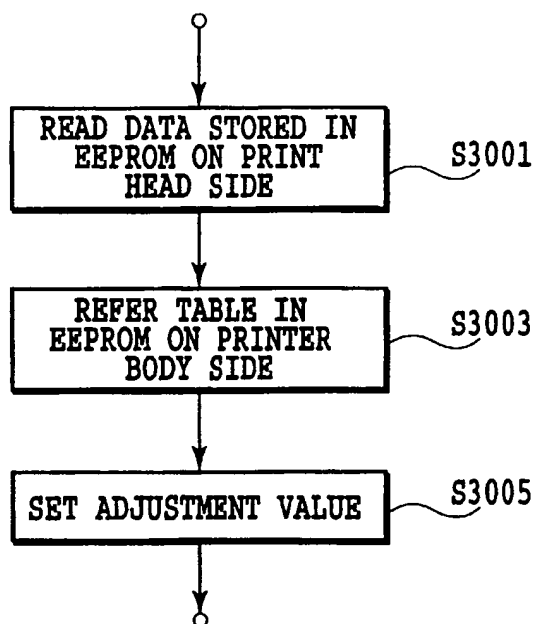


FIG.31

EJECTION SPEED (m/s)			10	11	12	13	14	15	16
GAP + TOLERANCE (MAXIMUM)	01	01	01	02	03	04	05	06	07
	02	16	15	14	13	8	11	10	
	03	12	11	10	9	12	6	5	
GAP - TOLERANCE (MINIMUM)			8	7	7	6	6	5	5

FIG.32

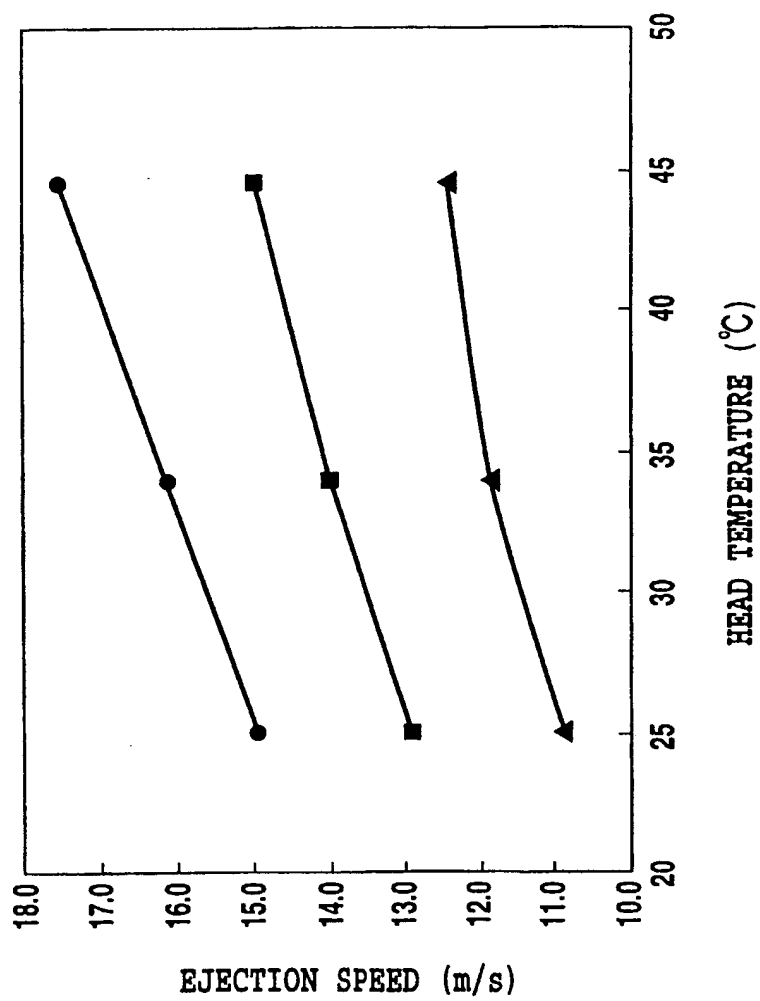


FIG.33

INITIAL EJECTION SPEED (mm)	10	11	12	13	14	15	16
	01	02	03	04	05	06	07
HEAD TEMPERATURE (°C)	20~30	01	02	03	04	05	06
	30~40	02	03	04	05	06	07
	40~50	03	04	05	06	07	08
	50~	04	05	06	07	08	09
							0a

FIG.34

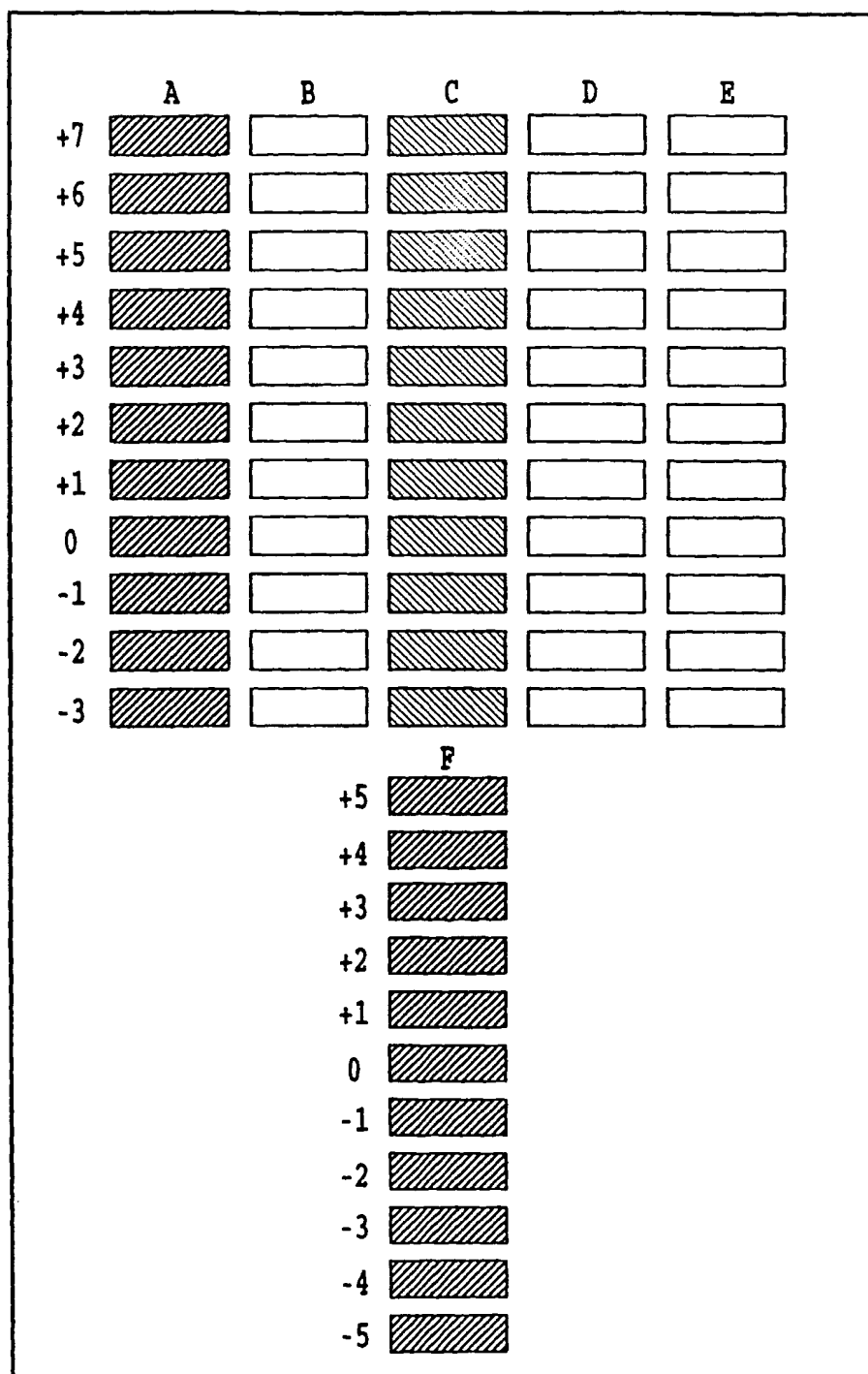


FIG.35

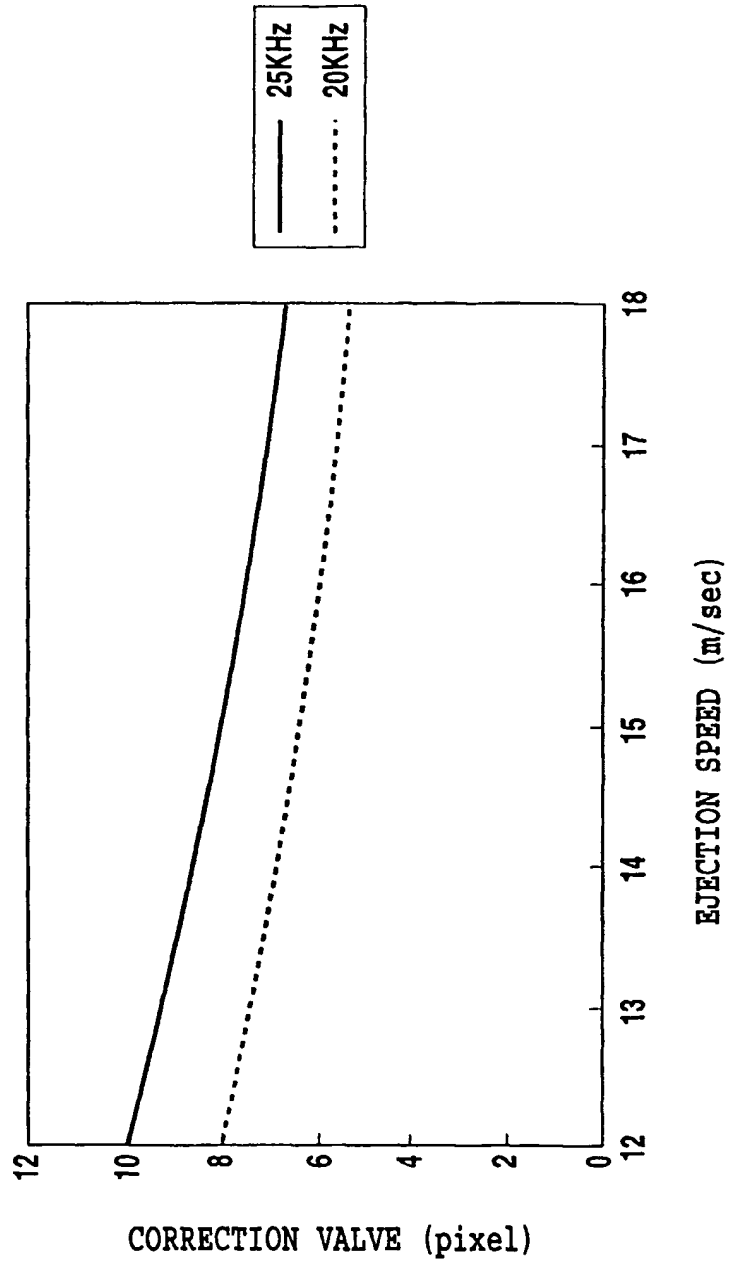


FIG.36



EJECTION SPEED (m/s)		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	0a	0b
DRIVE FREQUENCY (KHz)		25	21	11	10	9	8	8	7	7	6	6
		20	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5

FIG.37

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv..

013783253     \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 2001-267464/200128  
XRPX Acc No: N01-191391

Print position adjusting method for copying machines, facsimiles etc by  
scanning print head in direction different from print element and  
dividing rasters making up image according to driving mode

Patent Assignee: CANON KK (CANO )

Inventor: EDAMURA T; FUJITA M; KAWATOKO N; KONNO Y; MAEDA T; MURAKAMI S;  
OGASAHARA T; TAJIKA H

Number of Countries: 026    Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 1078771	A2	20010228	EP 2000307064	A	20000817	200128 B
JP 2001129985	A	20010515	JP 2000219758	A	20000719	200133

Priority Applications (No Type Date): JP 2000219758 A 20000719; JP 99236260  
A 19990824

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	--------	----------	--------------

EP 1078771	A2	E 73	B41J-002/21	
------------	----	------	-------------	--

Designated States (Regional): AL AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT  
LI LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI

JP 2001129985	A	42	B41J-002/01
---------------	---	----	-------------

Abstract (Basic): EP 1078771 A2

NOVELTY - An ink head with two parallel columns of nozzles arranged side-by-side are used in the main scanning direction and shifted by one-half the pitch at which the nozzles are arranged per column. Registration between odd and even rasters is secured during printing, so that ink ejection timing between the raster groups is shifted by a predetermined interval to adjustment patterns.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT claim is also included for a printing apparatus, a control device for controlling printing operation, a computer program product on a computer readable medium.

USE - For copying machines, facsimiles, word-processors with printer and industrial printing apparatus.

ADVANTAGE - It produces an image of high quality.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows flow chart of sequence of steps for a user registration.

pp; 73 DwgNo 16A/37

Title Terms: PRINT; POSITION; ADJUST; METHOD; COPY; MACHINE; FACSIMILE;  
SCAN; PRINT; HEAD; DIRECTION; PRINT; ELEMENT; DIVIDE; RASTER; UP; IMAGE;  
ACCORD; DRIVE; MODE

Derwent Class: P75; S06; T04; W02

International Patent Class (Main): B41J-002/01; B41J-002/21

International Patent Class (Additional): B41J-002/05; B41J-002/13;  
B41J-019/14

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): S06-A03; T04-G02; T04-G06; W02-J02B3

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-129985  
(P2001-129985A)

(43)公開日 平成13年 5月15日 (2001.5.15)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	キーワード <sup>*</sup> (参考)
B 4 1 J	2/01	B 4 1 J 3/04	1 0 1 Z 2 C 0 5 6
	2/05		1 0 3 B 2 C 0 5 7
	2/13		1 0 4 D

審査請求 未請求 請求項の数43 O L (全 42 頁)

(21)出願番号 特願2000-219758(P2000-219758)  
(22)出願日 平成12年 7月19日 (2000. 7. 19)  
(31)優先権主張番号 特願平11-236260  
(32)優先日 平成11年 8月24日 (1999. 8. 24)  
(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000001007  
キヤノン株式会社  
東京都大田区下丸子 3 丁目30番 2 号  
(72)発明者 藤田 美由紀  
東京都大田区下丸子 3 丁目30番 2 号 キヤ  
ノン株式会社内  
(72)発明者 田鹿 博司  
東京都大田区下丸子 3 丁目30番 2 号 キヤ  
ノン株式会社内  
(74)代理人 100077481  
弁理士 谷 義一 (外 1 名)

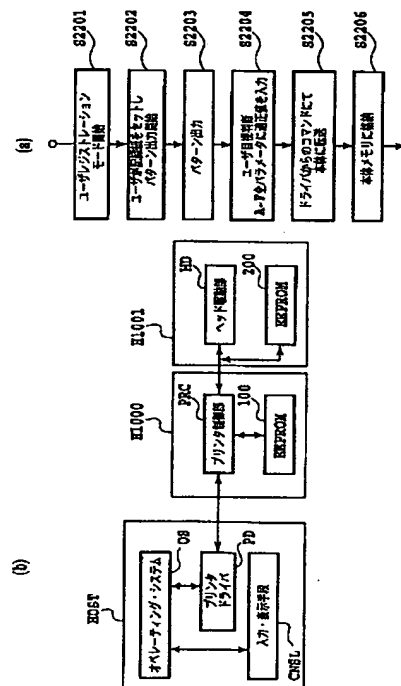
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プリント位置調整方法並びに該方法を用いるプリント装置およびプリントシステム

(57)【要約】

【課題】 主走査方向に並設された2列の吐出口列であって、吐出口配列のピッチの半分だけ相互にずらして設けられた当該2列の吐出口列を各色当りに有したインクジェットヘッドを用い、それら2列の吐出口列が奇数番目および偶数番目のラスタのプリントを行うようにするにあたり、ラスタ間のレジストレーションを確保して高画質の画像が得られるようにする。

【解決手段】 各列の吐出タイミングを2つのラスタグループ間で所定の間隔ずつずらして複数の調整パターンを形成し (S 2 2 0 2)、それら複数の調整パターンの判別に応じて各列の吐出タイミングの調整値を入力し (S 2 2 0 4)、入力値を記憶することによって実際のプリント動作に反映させる (S 2 2 0 6)。また、上記判別を容易とするために、複数の調整パターンはプリント装置のプリント可能な解像度においてブルーノイズ特性を持つドット分布を有するものとする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のプリント素子を配列してなるプリントヘッドを用い、該プリントヘッドを前記複数のプリント素子の配列方向とは異なる方向に走査させることによりプリント媒体上に画像の形成を行うとともに、形成画像の各ラスタが前記複数のプリント素子の駆動態様によって少なくとも2つのラスタグループに分類されるプリント装置に対し、前記少なくとも2つのラスタグループ間における前記複数のプリント素子によるプリント位置を調整するためのプリント位置調整方法であって、前記複数のプリント素子の駆動タイミングを前記少なくとも2つのラスタグループ間で所定の間隔ずつずらして前記プリントヘッドにより複数の調整パターンを形成させる工程と、  
該複数の調整パターンから判別された前記少なくとも2つのラスタグループ間における前記複数のプリント素子の駆動タイミングの調整値を入力する工程と、  
当該入力された調整値を記憶する工程と、を具えたことを特徴とするプリント位置調整方法。

【請求項2】 前記プリントヘッドは、前記走査方向に並設された少なくとも2列のプリント素子列であって、プリント素子の配列のピッチ未満の量だけ相互にずらして設けられた当該少なくとも2列のプリント素子列を有し、該少なくとも2列のプリント素子列が前記少なくとも2つのラスタグループのプリントを行うことを特徴とする請求項1に記載のプリント位置調整方法。

【請求項3】 前記プリントヘッドは自らの固有の情報が記憶された不揮発メモリを有し、該不揮発メモリには少なくとも前記プリント位置調整のための調整値が記憶されており、前記調整パターン形成工程では、前記不揮発メモリに記憶されている調整値を基準として、前記少なくとも2列のプリント素子間における駆動タイミングを所定の間隔ずつずらすことにより前記複数の調整パターンを形成することを特徴とする請求項2に記載のプリント位置調整方法。

【請求項4】 前記プリント装置は、前記プリントヘッドを前記プリント媒体に対して往方向走査および復方向走査させるとともに、当該往方向走査と復方向走査との間で前記複数のプリント素子の配列密度より高い密度でプリントを行うための量ずつ前記プリント媒体を前記走査方向と直交する方向に相対的に搬送することにより画像形成を行う装置であり、前記往方向走査および復方向走査によって前記2つのラスタグループのプリントを行うことを特徴とする請求項1に記載のプリント位置調整方法。

【請求項5】 前記調整パターンは前記プリント装置のプリント可能な解像度においてブルーノイズ特性を持つドット分布を有することを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載のプリント位置調整方法。

【請求項6】 前記調整パターンは前記プリント装置の

プリント可能な解像度においてディザ法の条件付決定法によって2値化されたパターンであることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載のプリント位置調整方法。

【請求項7】 前記プリントヘッドはインクを吐出することによりプリントを行うヘッドであり、前記プリント素子は前記インクを吐出するための吐出口を有することを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載のプリント位置調整方法。

【請求項8】 前記プリント装置は、前記走査の速度と、前記吐出口から前記プリント媒体までの距離とが、それぞれ少なくとも2段階に設定可能であり、プリント動作に際して、前記走査の速度と前記距離との組み合わせに応じて、前記調整値を補正する工程を具えたことを特徴とする請求項7に記載のプリント位置調整方法。

【請求項9】 インクを吐出するための複数の吐出口を配列してなるプリントヘッドを用い、該プリントヘッドを前記複数の吐出口の配列方向とは異なる方向に往復走査させることによりプリント媒体上に画像の形成を行うとともに、前記走査の速度と、前記吐出口から前記プリント媒体までの距離とが、それぞれ少なくとも2段階に設定可能なプリント装置に対し、前記往復走査間における前記複数の吐出口からのインクドット形成位置を調整するためのプリント位置調整方法であって、前記複数の吐出口からのインク吐出タイミングを前記往復走査間で所定の間隔ずつずらして前記プリントヘッドにより複数の調整パターンを形成させる工程と、  
該複数の調整パターンから判別された前記往復走査間における前記複数の吐出口からのインク吐出タイミングの調整値を入力する工程と、  
当該入力された調整値を記憶する工程と、  
プリント動作に際して前記走査の速度と前記距離との組み合わせに応じて前記調整値を補正する工程と、を具えたことを特徴とするプリント位置調整方法。

【請求項10】 前記プリントヘッドは、前記吐出口からインクを吐出するために利用されるエネルギーとしてインクに膜沸騰を生じさせる熱エネルギーを発生する発熱素子を有することを特徴とする請求項7ないし9のいずれかに記載のプリント位置調整方法。

【請求項11】 複数のプリント素子を配列してなるプリントヘッドを用い、該プリントヘッドを前記複数のプリント素子の配列方向とは異なる方向に走査させることによりプリント媒体上に画像の形成を行うとともに、形成画像の各ラスタが前記複数のプリント素子の駆動態様によって少なくとも2つのラスタグループに分類されるプリント装置であって、

前記複数のプリント素子の駆動タイミングを前記少なくとも2つのラスタグループ間で所定の間隔ずつずらして前記プリントヘッドにより複数の調整パターンを形成させる手段と、

該複数の調整パターンの判別に応じて供給された前記少なくとも2つのラスタグループ間における前記複数のプリント素子の駆動タイミングの調整値を記憶する手段と、を具えたことを特徴とするプリント装置。

【請求項12】 前記プリントヘッドは、前記走査方向に並設された少なくとも2列のプリント素子列であって、プリント素子の配列のピッチ未満の量だけ相互にずらして設けられた当該少なくとも2列のプリント素子列を有し、該少なくとも2列のプリント素子列が前記少なくとも2つのラスタグループのプリントを行うことを特徴とする請求項11に記載のプリント装置。

【請求項13】 前記プリントヘッドは自らの固有の情報記憶された不揮発メモリを有し、該不揮発メモリには少なくとも前記プリント位置調整のための調整値が記憶されており、前記調整パターン形成手段は、前記不揮発メモリに記憶されている調整値を基準として、前記少なくとも2列のプリント素子間における駆動タイミングを所定の間隔ずつずらすことにより前記複数の調整パターンを形成することを特徴とする請求項12に記載のプリント装置。

【請求項14】 前記プリントヘッドを前記プリント媒体に対して往方向走査および復方向走査させるとともに、当該往方向走査と復方向走査との間で前記複数のプリント素子の配列密度より高い密度でプリントを行うための量ずつ前記プリント媒体を前記走査方向と直交する方向に相対的に搬送する手段を具え、前記往方向走査および復方向走査によって前記2つのラスタグループのプリントを行うことを特徴とする請求項11に記載のプリント装置。

【請求項15】 前記調整パターンは前記プリント装置のプリント可能な解像度においてブルーノイズ特性を持つドット分布を有することを特徴とする請求項11ないし14のいずれかに記載のプリント装置。

【請求項16】 前記調整パターンは前記プリント装置のプリント可能な解像度においてディザ法の条件付決定法によって2値化されたパターンであることを特徴とする請求項11ないし14のいずれかに記載のプリント装置。

【請求項17】 前記プリントヘッドはインクを吐出することによりプリントを行うヘッドであり、前記プリント素子は前記インクを吐出するための吐出口を有することを特徴とする請求項11ないし16のいずれかに記載のプリント装置。

【請求項18】 前記走査の速度と、前記吐出口から前記プリント媒体までの距離とを、それぞれ少なくとも2段階に設定可能とする手段を具え、プリント動作に際して、前記走査の速度と前記距離との組み合わせに応じて、前記調整値を補正する手段を具えたことを特徴とする請求項17に記載のプリント装置。

【請求項19】 インクを吐出するための複数の吐出口

を配列してなるプリントヘッドを用い、該プリントヘッドを前記複数の吐出口の配列方向とは異なる方向に往復走査させることによりプリント媒体上に画像の形成を行うとともに、前記走査の速度と、前記吐出口から前記プリント媒体までの距離とが、それぞれ少なくとも2段階に設定可能なプリント装置であって、

前記複数の吐出口からのインク吐出タイミングを前記往復走査間で所定の間隔ずつずらして前記プリントヘッドにより複数の調整パターンを形成させる手段と、該複数の調整パターンの判別に応じて供給された前記往復走査間における前記複数の吐出口からのインク吐出タイミングの調整値を記憶する手段と、プリント動作に際して前記走査の速度と前記距離との組み合わせに応じて前記調整値を補正する手段と、を具えたことを特徴とするプリント装置。

【請求項20】 前記プリントヘッドは、前記吐出口からインクを吐出するために利用されるエネルギーとしてインクに膜沸騰を生じさせる熱エネルギーを発生する発熱素子を有することを特徴とする請求項17ないし19のいずれかに記載のプリント装置。

【請求項21】 インクを吐出するための複数の吐出口を配列してなるプリントヘッドを着脱可能に支持し、前記複数の吐出口の配列方向とは異なる方向に前記プリントヘッドを往復走査させつつインクを吐出させることにより画像形成を行うプリント装置に対し、往方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置と復方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置とを調整するプリント位置調整方法であって、

前記プリントヘッドを前記プリント装置本体に装着して画像形成を行う際に、前記プリント装置に設けられて前記プリント装置の個体差に関わる第1のプリント位置情報を記憶する第1記憶手段と、前記プリントヘッドに設けられて前記プリントヘッドの個体差に関わる第2のプリント位置情報を記憶する第2記憶手段を参照する工程と、

当該参照により得られた前記第1および第2のプリント位置情報に基づいてプリント位置の調整を行うための調整値を決定する工程と、を具えたことを特徴とするプリント位置調整方法。

【請求項22】 前記第1のプリント位置情報は前記プリント媒体の被プリント面を規制するための部材から前記吐出口までの距離に係る情報を含むことを特徴とする請求項21に記載のプリント位置調整方法。

【請求項23】 前記第2のプリント位置情報は前記プリントヘッドから吐出されるインクの吐出スピードに係る情報を含むことを特徴とする請求項21または22に記載のプリント位置調整方法。

【請求項24】 前記第1および第2記憶手段は不揮発性のメモリの形態を有することを特徴とする請求項21ないし23のいずれかに記載のプリント位置調整方法。

【請求項25】 インクを吐出するための複数の吐出口を配列してなるプリントヘッドを着脱可能に支持し、前記複数の吐出口の配列方向とは異なる方向に前記プリントヘッドを往復走査させつつインクを吐出させることにより画像形成を行うプリント装置に対し、往方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置と復方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置とを調整するプリント位置調整方法であって、

前記プリントヘッドの温度を検知する工程と、

前記検出された温度によって前記プリントヘッドから吐出されるインクの吐出スピードを予測する工程と、

前記予測された吐出スピードに基づいてプリント位置の調整を行うための調整値を決定する工程と、を具えたことを特徴とするプリント位置調整方法。

【請求項26】 前記吐出スピードは、前記検出された温度情報と、前記プリントヘッドの記憶手段に格納された前記プリントヘッド固有の吐出スピード情報とから予測されることを特徴とする請求項25に記載のプリント位置調整方法。

【請求項27】 インクを吐出するための複数の吐出口を配列してなるプリントヘッドを着脱可能に支持し、前記複数の吐出口の配列方向とは異なる方向に前記プリントヘッドを往復走査させつつインクを吐出させることにより画像形成を行うプリント装置に対し、往方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置と復方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置とを調整するプリント位置調整方法であって、

前記プリントヘッドの温度を検知する工程と、

前記検出された温度によって前記プリントヘッドの駆動周波数および走査速度を切り替える工程と、

前記検出された温度によって前記プリントヘッドから吐出されるインクの吐出スピードを予測する工程と、

前記予測された吐出スピードおよび前記走査速度に基づいてプリント位置の調整を行うための調整値を決定する工程と、を具えたことを特徴とするプリント位置調整方法。

【請求項28】 前記吐出スピードは、前記検出された温度情報と、前記プリントヘッドの記憶手段に格納された前記プリントヘッド固有の吐出スピード情報とから予測されることを特徴とする請求項27に記載のプリント位置調整方法。

【請求項29】 前記プリントヘッドは、前記走査方向に並設された少なくとも2列の吐出口列であって、前記吐出口の配列のピッチ未満の量だけ相互にずらして設けられた当該少なくとも2列の吐出口列を有することを特徴とする請求項21ないし28のいずれかに記載のプリント位置調整方法。

【請求項30】 前記プリントヘッドは、前記吐出口からインクを吐出するために利用されるエネルギーとしてインクに膜沸騰を生じさせる熱エネルギーを発生する発熱素

子を有することを特徴とする請求項21ないし29のいずれかに記載のプリント位置調整方法。

【請求項31】 インクを吐出するための複数の吐出口を配列してなるプリントヘッドを着脱可能に支持し、前記複数の吐出口の配列方向とは異なる方向に前記プリントヘッドを往復走査させつつインクを吐出させることにより画像形成を行うプリント装置であって、前記プリント装置の個体差に関わる第1のプリント位置情報を記憶する第1記憶手段と、

前記プリントヘッドを前記プリント装置本体に装着して画像形成を行う際に、前記プリントヘッドに設けられて前記プリントヘッドの個体差に関わる第2のプリント位置情報を記憶する第2記憶手段および前記第1記憶手段を参照する手段と、

当該参照により得られた前記第1および第2のプリント位置情報に基づいて、往方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置と復方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置との調整を行うための調整値を決定する手段と、を具えたことを特徴とするプリント装置。

【請求項32】 前記第1のプリント位置情報は前記プリント媒体の被プリント面を規制するための部材から前記吐出口までの距離に係る情報を含むことを特徴とする請求項31に記載のプリント装置。

【請求項33】 前記第2のプリント位置情報は前記プリントヘッドから吐出されるインクの吐出スピードに係る情報を含むことを特徴とする請求項31または32に記載のプリント装置。

【請求項34】 前記第1および第2記憶手段は不揮発性のメモリの形態を有することを特徴とする請求項31ないし33のいずれかに記載のプリント装置。

【請求項35】 インクを吐出するための複数の吐出口を配列してなるプリントヘッドを着脱可能に支持し、前記複数の吐出口の配列方向とは異なる方向に前記プリントヘッドを往復走査させつつインクを吐出させることにより画像形成を行うプリント装置であって、

前記プリントヘッドの温度を検知する手段と、

前記検出された温度によって前記プリントヘッドから吐出されるインクの吐出スピードを予測する手段と、

前記予測された吐出スピードに基づいて、往方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置と復方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置との調整を行うための調整値を決定する手段と、を具えたことを特徴とするプリント装置。

【請求項36】 前記吐出スピードは、前記検出された温度情報と、前記プリントヘッドの記憶手段に格納された前記プリントヘッド固有の吐出スピード情報とから予測されることを特徴とする請求項35に記載のプリント装置。

【請求項37】 インクを吐出するための複数の吐出口を配列してなるプリントヘッドを着脱可能に支持し、前

記複数の吐出口の配列方向とは異なる方向に前記プリントヘッドを往復走査させつつインクを吐出させることにより画像形成を行うプリント装置であって、前記プリントヘッドの温度を検知する手段と、前記検出された温度によって前記プリントヘッドの駆動周波数および走査速度を切り替える手段と、前記検出された温度によって前記プリントヘッドから吐出されるインクの吐出スピードを予測する手段と、前記予測された吐出スピードおよび前記走査速度に基づいて、往方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置と復方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置との調整を行うための調整値を決定する手段と、を具えたことを特徴とするプリント装置。

【請求項38】 前記吐出スピードは、前記検出された温度情報と、前記プリントヘッドの記憶手段に格納された前記プリントヘッド固有の吐出スピード情報とから予測されることを特徴とする請求項37に記載のプリント装置。

【請求項39】 前記プリントヘッドは、前記走査方向に並設された少なくとも2列の吐出口列であって、前記吐出口の配列のピッチ未満の量だけ相互にずらして設けられた当該少なくとも2列の吐出口列を有することを特徴とする請求項31ないし38のいずれかに記載のプリント装置。

【請求項40】 前記プリントヘッドは、前記吐出口からインクを吐出するために利用されるエネルギーとしてインクに膜沸騰を生じさせる熱エネルギーを発生する発熱素子を有することを特徴とする請求項31ないし39のいずれかに記載のプリント装置。

【請求項41】 請求項11ないし20または請求項31ないし40のいずれかに記載のプリント装置と、該プリント装置に画像データを供給するためのホスト装置であって、前記複数の調整パターンの形成を前記プリント装置に実施させる手段、前記複数の調整パターンの判別に応じた前記調整値の入力を受容する手段、および該調整値を前記プリント装置に供給する手段を有するホスト装置と、を備えたことを特徴とするプリントシステム。

【請求項42】 コンピュータによって請求項1ないし10または請求項21ないし30のいずれかに記載のプリント位置調整方法を実行するための制御プログラムを記憶した記憶媒体。

【請求項43】 コンピュータによって請求項1ないし10または請求項21ないし30のいずれかに記載のプリント位置調整方法を実行するための制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プリント位置調整方法並びに該方法を用いるプリント装置およびプリントシステムに関し、特にインクジェット方式による記録装

置のインクドットの形成位置調整に適用して好適なものである。なお、本発明は、一般的なプリント装置のほか、複写機、通信システムを有するファクシミリ、プリント部を有するワードプロセッサ等の装置、さらには、各種処理装置と複合的に組み合わせられた産業用記録装置に適用することができる。

【0002】

【従来の技術】プリント部たる記録ヘッドをプリント媒体上で走査させながらプリント動作を実行する所謂シリアル走査型の画像記録装置は、さまざまな画像形成に適用されている。特にインクジェット方式によるものは、近年高解像度化やカラー化が進み、画像品位が目覚しく向上したことから、急速に普及してきている。このような装置では、インクを例えば滴として吐出する吐出口を集積配置してなる所謂マルチノズルヘッドが用いられているが、現在では吐出口の集積密度を高め、かつ1ドット当たりのインク吐出量を小さくすることで更なる高解像度の画像形成が可能となってきている。一方、より銀塩写真に迫る画質を実現するために、基本となる4色のインク（シアン、マゼンタ、イエロー、ブラックの各色インク）の他に、これらの濃度を低くした淡インクも同時に用いて記録を行うものなど、多彩な技術が展開されている。また、この高画質化が進むにつれて懸念されていた記録速度の低下についても、プリント素子数の増大や駆動周波数の向上、更には双方向プリントのような技術を採用することで対応が図られ、良好なスループットが得られるようになってきている。

【0003】図27は上記マルチノズルを用いてプリントを行うプリンタの一般的構成を模式的に示す。この図において、1901は例えばブラック（K）、シアン（C）、マゼンタ（M）およびイエロー（Y）の4色のインクに対応して設けたヘッドカートリッジであり、それぞれのヘッドカートリッジ1901はそれらのいずれかの色のインクを充填したインクタンク1902Tと、そのインクタンクから供給されるインクをプリント媒体上に吐出可能な吐出口を多数配列してなるヘッド部1902Hとから構成されている。

【0004】1903は紙送りローラ（フィードローラ）であり、補助ローラ1904と協働してプリント媒体（記録紙）1907を挟持しつつ図の矢印方向に回転し、記録紙1907を随時y方向に搬送する。また、1905は記録紙1907を挟持しながら被プリント位置に向けて送給する一対の給紙ローラであり、ローラ1903および1904との間で記録紙1907を平坦に保持する機能も果たす。

【0005】1906は4つのヘッドカートリッジ1901を支持し、プリント動作に際してこれらを主走査方向に移動させるためのキャリッジであり、プリントを実行しないとき、あるいはヘッド部1902Hのインク吐出性能を良好に保持するための回復動作を行うときに

は、図の破線で示した位置（ホームポジション）hに設定される。

【0006】プリント開始前にホームポジションhに設定されているキャリッジ1906は、プリント開始命令の到来に応じてx方向に移動を開始し、ヘッド部1902Hに設けられた複数（n個）の吐出口からプリントデータに応じてインクを吐出して、吐出口配列範囲に対応した幅のプリントを行って行く。そして、記録紙1907のx方向端部までプリント動作が終了すると、片方向プリントの場合にはキャリッジ1906はホームポジションhに復帰し、再びx方向に向けてプリント動作を行う。また、双方向プリントであればホームポジションhに向かう-x方向の移動時にもプリント動作を行う。いずれにせよ、一方向へ向かう1回のプリント動作（1スキャン）が終了してから次のプリント動作が開始される前に、紙送りローラ1903が図の矢印方向に所定量回転することで、所定量（吐出口配列幅分）だけy方向に記録紙1097が搬送される。これらのように、1スキャンのプリント動作と所定幅の記録紙搬送とを繰り返すことにより、記録紙1枚分のデータのプリントが完成する。

【0007】このようなシリアル型のインクジェットプリンタにおいては、より高解像度の画像記録に対応するために、ヘッド部の構成ないしプリント方法に関して種々の工夫がなされている。

【0008】例えばマルチノズルヘッドの製造上、1列のノズル配列密度にはどうしても限界が生じる。

【0009】図28（a）はこれに対して更に高密度な記録を実現するためのヘッドの例を示す。これはy方向に所定のピッチp<sub>y</sub>で多数の吐出口を配列した吐出口列をx方向に所定画素数分の距離p<sub>x</sub>だけずらしてx方向に2列設けるとともに、列間の吐出口がy方向に（p<sub>y</sub>/2）だけシフトするように配置したもので、1列当たりの解像度の2倍の解像度を実現している。さらに、図27の装置に適用する場合には1色について図28

（a）のような構成を有するヘッドを6色に対応してx方向に並置することができる。この構成であれば、双方の列間の吐出タイミングさえ調整すれば、1列当たりの解像度の2倍の解像度のカラー記録が実現できる。

【0010】また、米国特許第4920355号や特開平7-242025号に開示された技術のように、マルチノズルの配列構成は低解像度にしておきながら、各記録走査ごとの紙送り量をノズル列幅以下の所定の画素数分にすることにより、高解像度の記録を実現しているものもある。このような記録方法を以下インターレース記録法と称す。

【0011】図29を用いてこのインターレース記録方法を簡単に説明する。ここでは300dpiピッチで吐出口を配列したヘッドHを用いて1200dpiの画像を完成させるものとする。簡単のため、吐出口数は9個

としており、各記録走査毎に行われる紙送り量は1200dpiで9画素分としてある。往路で記録されるラスタを実線、復路で記録されるラスタを破線で表しており、これらは互い違いに形成されて行くことがわかる。

【0012】ここでは、毎回9画素分ずつ一定量を紙送りする例を挙げたが、インターレース記録はこの構成に限ったものではない。吐出口の本来の配列ピッチよりも細かいピッチの画像を複数の記録走査で完成させている構成であれば、紙送り量が常に一定でなくともインターレース記録方法であると言えるのであり、いずれにしても、吐出口の本来の配列解像度よりも高い解像度での画像記録が可能となる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】ところで、図28

（a）に示したようなヘッドを用いる場合、y方向（副走査方向）に交互に並ぶ偶数ラスタと奇数ラスタとは異なる吐出口列で記録されるため、吐出口列ごとにドット着弾位置が微妙にずれて画像品位の低下が生じることがあった。その原因としては、吐出口が設けられているヘッドの面（フェイス面）がインクによる膨潤や温度の上昇等によって変形し、例えば同図（b）に示すように奇数ラスタの記録に関与する吐出口列と偶数ラスタの記録に関与する吐出口列との間で凸状の変形が生じた場合に、それぞれの吐出口から「ハ」字状に開く方向にインクが吐出される現象などがあげられる。このような現象に起因したラスタ間のインク着弾位置ずれは、僅かなものであっても画像品位に悪影響を及ぼし、これは本発明が目的の一つとしているような高解像の写真調画質を実現する上で特に甚だしい問題となる。

【0014】従来、各色間の着弾位置ずれを補正する方法や、双方向プリントを行う場合の往走査と復走査との同色インクの着弾位置ずれを補正する方法については多くの提案がある。しかし図28（a）のようなヘッドを用いる場合の同色インクのラスタ間に生じる着弾位置ずれを補正することについては、ずれの許容範囲が狭くかつ画像形成に与える弊害も大きいにも拘わらず、未だ有効な調整方法についての提案がなされていなかった。さらに、偶数列と奇数列との吐出方向のずれは、ヘッド製造時の個体差に起因したもののほか、インク組成、吐出頻度などの履歴、あるいはまた記録の環境によっても影響を受ける。従って、あるヘッドについて所定の条件下で着弾位置ずれの生じない吐出タイミングが定められていても、これですべての場合に対応できるものではない。すなわち、ヘッド製造上のばらつきに対応して出荷時に調整されているべきことは言うまでもなく、さらにその後の使用履歴等に対応して随時の調整が可能であることが強く望まれることになり、かかる対応ができなければ高品位の画像を常に形成して行くことが困難となる。

【0015】また、インターレース記録方法では、複数



回の記録走査と紙送りとを行いつつ同一画像領域を完成させていくので、記録時間が長くなるという問題がある。これに対応するために、双方向プリントを行うようにしたものも既に開示されている。しかしこの場合、図29に示したように、奇数ラスタは往走査、偶数ラスタは復走査で画像が形成されて行くことが多いが、ラスタ単位でドット着弾位置がずれると、図28(a)に示したヘッドを用いる場合と同様の弊害が生じる。

【0016】往復走査間の着弾位置ずれを補正するための方法も既に多数提案されているが、これらは主に1回の走査で同一画像領域を完成させる場合(1パス記録)での縦罫線パターンに関するものが多く、インターレース記録を行う場合のラスタ毎の微妙なずれまでも補正するべく対応したものではなかった。

【0017】本発明は、以上のような問題点に鑑みてなされたものであり、ラスタ間の微妙なドット形成位置のずれに起因した画像品位の低下を防ぎ、高画質の画像を定常的に形成しうるようにすることを目的とする。

【0018】また、本発明は、特に双方向記録にあたっては画像が高解像になればなるほどドット形成位置精度が厳しくなり、数ミクロンのズレが画像劣化として確認されてしまうことに着目し、ヘッドおよび記録装置本体の公差内のばらつきやプリント状況に応じて、適切に、ひいてはリアルタイムにどっと形成位置の調整値を設定できるようにすることを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】そのために、本発明の第1の形態は、複数のプリント素子を配列してなるプリントヘッドを用い、該プリントヘッドを前記複数のプリント素子の配列方向とは異なる方向に走査させることによりプリント媒体上に画像の形成を行うとともに、形成画像の各ラスタが前記複数のプリント素子の駆動態様によって少なくとも2つのラスタグループに分類されるプリント装置に対し、前記少なくとも2つのラスタグループ間における前記複数のプリント素子によるプリント位置を調整するためのプリント位置調整方法であって、前記複数のプリント素子の駆動タイミングを前記少なくとも2つのラスタグループ間で所定の間隔ずつずらして前記プリントヘッドにより複数の調整パターンを形成させる工程と、該複数の調整パターンから判別された前記少なくとも2つのラスタグループ間における前記複数のプリント素子の駆動タイミングの調整値を入力する工程と、当該入力された調整値を記憶する工程と、を具えたことを特徴とする。

【0020】また、本発明の第2の形態は、複数のプリント素子を配列してなるプリントヘッドを用い、該プリントヘッドを前記複数のプリント素子の配列方向とは異なる方向に走査させることによりプリント媒体上に画像の形成を行うとともに、形成画像の各ラスタが前記複数のプリント素子の駆動態様によって少なくとも2つのラ

スタグループに分類されるプリント装置であって、前記複数のプリント素子の駆動タイミングを前記少なくとも2つのラスタグループ間で所定の間隔ずつずらして前記プリントヘッドにより複数の調整パターンを形成させる手段と、該複数の調整パターンの判別に応じて供給された前記少なくとも2つのラスタグループ間における前記複数のプリント素子の駆動タイミングの調整値を記憶する手段と、を具えたことを特徴とする。

【0021】これらにおいて、前記プリントヘッドは、前記走査方向に並設された少なくとも2列のプリント素子列であって、プリント素子の配列のピッチ未満の量だけ相互にずらして設けられた当該少なくとも2列のプリント素子列を有し、該少なくとも2列のプリント素子列が前記少なくとも2つのラスタグループのプリントを行うものとすることができる。そして、前記プリントヘッドは自らの固有の情報が記憶された不揮発メモリを有し、該不揮発メモリには少なくとも前記プリント位置調整のための調整値が記憶されており、前記不揮発メモリに記憶されている調整値を基準として、前記少なくとも2列のプリント素子間における駆動タイミングを所定の間隔ずつずらすことにより前記複数の調整パターンを形成することができる。

【0022】または、前記プリント装置は、前記プリントヘッドを前記プリント媒体に対して往方向走査および復方向走査させるとともに、当該往方向走査と復方向走査との間で前記複数のプリント素子の配列密度より高い密度(整数倍の密度)でプリントを行うための量ずつ前記プリント媒体を前記走査方向と直交する方向に相対的に搬送することにより画像形成を行う装置であり、前記往方向走査および復方向走査によって前記2つのラスタグループのプリントを行うことができる。

【0023】以上において、前記調整パターンは、前記プリント装置のプリント可能な解像度においてブルーノイズ特性を持つドット分布を有するものとする、あるいは前記プリント装置のプリント可能な解像度においてディザ法の条件付決定法によって2値化されたパターンとすることができる。

【0024】また、前記プリントヘッドはインクを吐出することによりプリントを行うヘッドであり、前記プリント素子は前記インクを吐出するための吐出口を有するものとする、ことができる。

【0025】ここで、前記プリント装置は、前記走査の速度と、前記吐出口から前記プリント媒体までの距離とが、それぞれ少なくとも2段階に設定可能であり、プリント動作に際して、前記走査の速度と前記距離との組み合わせに応じて、前記調整値を補正する工程を具えることができる。

【0026】また、本発明の第3の形態は、インクを吐出するための複数の吐出口を配列してなるプリントヘッドを用い、該プリントヘッドを前記複数の吐出口の配列

方向とは異なる方向に往復走査させることによりプリント媒体上に画像の形成を行うとともに、前記走査の速度と、前記吐出口から前記プリント媒体までの距離とが、それぞれ少なくとも２段階に設定可能なプリント装置に対し、前記往復走査間における前記複数の吐出口からのインクドット形成位置を調整するためのプリント位置調整方法であって、前記複数の吐出口からのインク吐出タイミングを前記往復走査間で所定の間隔ずつずらして前記プリントヘッドにより複数の調整パターンを形成させる工程と、該複数の調整パターンから判別された前記往復走査間における前記複数の吐出口からのインク吐出タイミングの調整値を入力する工程と、当該入力された調整値を記憶する工程と、プリント動作に際して前記走査の速度と前記距離との組み合わせに応じて前記調整値を補正する工程と、を具えたことを特徴とする。

【００２７】また、本発明の第４の形態は、インクを吐出するための複数の吐出口を配列してなるプリントヘッドを用い、該プリントヘッドを前記複数の吐出口の配列方向とは異なる方向に往復走査させることによりプリント媒体上に画像の形成を行うとともに、前記走査の速度と、前記吐出口から前記プリント媒体までの距離とが、それぞれ少なくとも２段階に設定可能なプリント装置であって、前記複数の吐出口からのインク吐出タイミングを前記往復走査間で所定の間隔ずつずらして前記プリントヘッドにより複数の調整パターンを形成させる手段と、該複数の調整パターンの判別に応じて供給された前記往復走査間における前記複数の吐出口からのインク吐出タイミングの調整値を記憶する手段と、プリント動作に際して前記走査の速度と前記距離との組み合わせに応じて前記調整値を補正する手段と、を具えたことを特徴とする。

【００２８】また、本発明の第５の形態は、インクを吐出するための複数の吐出口を配列してなるプリントヘッドを着脱可能に支持し、前記複数の吐出口の配列方向とは異なる方向に前記プリントヘッドを往復走査させつつインクを吐出させることにより画像形成を行うプリント装置に対し、往方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置と復方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置とを調整するプリント位置調整方法であって、前記プリントヘッドを前記プリント装置本体に装着して画像形成を行う際に、前記プリント装置に設けられて前記プリント装置の個体差に関わる第１のプリント位置情報を記憶する第１記憶手段と、前記プリントヘッドに設けられて前記プリントヘッドの個体差に関わる第２のプリント位置情報を記憶する第２記憶手段を参照する工程と、当該参照により得られた前記第１および第２のプリント位置情報に基づいてプリント位置の調整を行うための調整値を決定する工程と、を具えたことを特徴とする。

【００２９】さらに、本発明の第６の形態は、インクを

吐出するための複数の吐出口を配列してなるプリントヘッドを着脱可能に支持し、前記複数の吐出口の配列方向とは異なる方向に前記プリントヘッドを往復走査させつつインクを吐出させることにより画像形成を行うプリント装置であって、前記プリント装置の個体差に関わる第１のプリント位置情報を記憶する第１記憶手段と、前記プリントヘッドを前記プリント装置本体に装着して画像形成を行う際に、前記プリントヘッドに設けられて前記プリントヘッドの個体差に関わる第２のプリント位置情報を記憶する第２記憶手段および前記第１記憶手段を参照する手段と、当該参照により得られた前記第１および第２のプリント位置情報に基づいて、往方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置と復方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置との調整を行うための調整値を決定する手段と、を具えたことを特徴とする。

【００３０】これらにおいて、前記第１のプリント位置情報は前記プリント媒体の被プリント面を規制するための部材から前記吐出口までの距離に係る情報を含むものとすることができる。

【００３１】また、前記第２のプリント位置情報は前記プリントヘッドから吐出されるインクの吐出スピードに係る情報を含むものとすることができる。

【００３２】さらに、前記第１および第２記憶手段は不揮発性のメモリの形態を有するものとすることができる。

【００３３】また、本発明の第７の形態は、インクを吐出するための複数の吐出口を配列してなるプリントヘッドを着脱可能に支持し、前記複数の吐出口の配列方向とは異なる方向に前記プリントヘッドを往復走査させつつインクを吐出させることにより画像形成を行うプリント装置に対し、往方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置と復方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置とを調整するプリント位置調整方法であって、前記プリントヘッドの温度を検知する工程と、前記検出された温度によって前記プリントヘッドから吐出されるインクの吐出スピードを予測する工程と、前記予測された吐出スピードに基づいてプリント位置の調整を行うための調整値を決定する工程と、を具えたことを特徴とする。

【００３４】また、本発明の第８の形態は、インクを吐出するための複数の吐出口を配列してなるプリントヘッドを着脱可能に支持し、前記複数の吐出口の配列方向とは異なる方向に前記プリントヘッドを往復走査させつつインクを吐出させることにより画像形成を行うプリント装置であって、前記プリントヘッドの温度を検知する手段と、前記検出された温度によって前記プリントヘッドから吐出されるインクの吐出スピードを予測する手段と、前記予測された吐出スピードに基づいて、往方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置と復方向への

の走査によるプリント媒体上のプリント位置との調整を行うための調整値を決定する手段と、を具えたことを特徴とする。

【0035】これら第7および第8の形態において、前記吐出スピードは、前記検出された温度情報と、前記プリントヘッドの記憶手段に格納された前記プリントヘッド固有の吐出スピード情報とから予測されるものとすることができる。

【0036】さらに、本発明の第9の形態は、インクを吐出するための複数の吐出口を配列してなるプリントヘッドを着脱可能に支持し、前記複数の吐出口の配列方向とは異なる方向に前記プリントヘッドを往復走査させつつインクを吐出させることにより画像形成を行うプリント装置に対し、往方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置と復方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置とを調整するプリント位置調整方法であって、前記プリントヘッドの温度を検知する工程と、前記検出された温度によって前記プリントヘッドの駆動周波数および走査速度を切り替える工程と、前記検出された温度によって前記プリントヘッドから吐出されるインクの吐出スピードを予測する工程と、前記予測された吐出スピードおよび前記走査速度に基づいてプリント位置の調整を行うための調整値を決定する工程と、を具えたことを特徴とする。

【0037】また、本発明の第10の形態は、インクを吐出するための複数の吐出口を配列してなるプリントヘッドを着脱可能に支持し、前記複数の吐出口の配列方向とは異なる方向に前記プリントヘッドを往復走査させつつインクを吐出させることにより画像形成を行うプリント装置であって、前記プリントヘッドの温度を検知する手段と、前記検出された温度によって前記プリントヘッドの駆動周波数および走査速度を切り替える手段と、前記検出された温度によって前記プリントヘッドから吐出されるインクの吐出スピードを予測する手段と、前記予測された吐出スピードおよび前記走査速度に基づいて、往方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置と復方向への走査によるプリント媒体上のプリント位置との調整を行うための調整値を決定する手段と、を具えたことを特徴とする。

【0038】これら第9および第10の形態において、前記吐出スピードは、前記検出された温度情報と、前記プリントヘッドの記憶手段に格納された前記プリントヘッド固有の吐出スピード情報とから予測されるものとすることができる。

【0039】また、以上の第5ないし第10の形態において、前記プリントヘッドは、前記走査方向に並設された少なくとも2列の吐出口列であって、前記吐出口の配列のピッチ未満の量だけ相互にずらして設けられた当該少なくとも2列の吐出口列を有するものとするることができる。

【0040】さらに、以上の各形態において、プリントヘッドをインクジェットヘッドとする場合には、前記吐出口からインクを吐出するために利用されるエネルギーとしてインクに膜沸騰を生じさせる熱エネルギーを発生する発熱素子を有するものとすることができる。

【0041】さらに、本発明プリントシステムは、上記のいずれかの形態のプリント装置と、該プリント装置に画像データを供給するためのホスト装置であって、前記複数の調整パターンの形成を前記プリント装置に実施させる手段、前記複数の調整パターンの判別に応じた前記調整値の入力を受容する手段、および該調整値を前記プリント装置に供給する手段を有するホスト装置と、を備えたことを特徴とする。

【0042】加えて、本発明は、コンピュータによって上記のいずれかの形態のプリント位置調整方法を実行するための制御プログラム、またはこれを記憶した記憶媒体に存する。

【0043】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の記録装置に係る実施形態を説明する。

【0044】なお、以下に説明する実施形態では、インクジェット記録方式を用いた記録装置としてのプリンタを例に挙げ説明する。

【0045】なお、以下に説明する実施形態では、インクジェット記録方式を用いた記録装置としてプリンタを例に挙げ説明する。

【0046】そして、本明細書において、「プリント」（「記録」という場合もある）とは、文字、図形等有意の情報を形成する場合のみならず、有意無意を問わず、また人間が視覚で知覚し得るように顕在化したものであるか否かを問わず、広くプリント媒体上に画像、模様、パターン等を形成する、または媒体の加工を行う場合も言うものとする。

【0047】ここで、「プリント媒体」または「記録シート」とは、一般的なプリント装置で用いられる紙のみならず、広く、布、プラスチック・フィルム、金属板等、ガラス、セラミックス、木材、皮革等、インクを受容可能な物も言うものとするが、以下では単に「紙」という場合もある。

【0048】さらに、「インク」（「液体」という場合もある）とは、上記「プリント」の定義と同様広く解釈されるべきもので、プリント媒体上に付与されることによって、画像、模様、パターン等の形成またはプリント媒体の加工、或いはインクの処理（例えばプリント媒体に付与されるインク中の色材の凝固または不溶化）に供され得る液体を言うものとする。

【0049】1. 装置本体

図1及び図2にインクジェット記録方式を用いたプリンタの概略構成を示す。図1において、この実施形態におけるプリンタの装置本体M1000の外殻は、下ケース

M1001、上ケースM1002、アクセスカバーM1003及び排出トレイM1004を含む外装部材と、その外装部材内に収納されたシャーシM3019（図2参照）とから構成される。

【0050】シャーシM3019は、所定の剛性を有する複数の板状金属部材によって構成され、記録装置の骨格をなし、後述の各記録動作機構を保持するものとなっている。また、前記下ケースM1001は装置本体M1000の外装の略下半部を、上ケースM1002は装置本体M1000の外装の略上半部をそれぞれ形成しており、両ケースの組合せによって内部に後述の各機構を収納する収納空間を有する中空体構造をなしている。装置本体M1000の上面部及び前面部には、それぞれ、開口部が形成されている。

【0051】さらに、排出トレイM1004は、その一端部が下ケースM1001に回転自在に保持され、その回転によって下ケースM1001の前面部に形成される前記開口部を開閉させ得るようになっている。このため、記録動作を実行させる際には、排出トレイM1004を前面側へと回転させて開口部を開成させることにより、ここから記録シートが排出可能となると共に排出された記録シートPを順次積載し得るようになっている。また、排紙トレイM1004には、2枚の補助トレイM1004a、M1004bが収納されており、必要に応じて各トレイを手前に引き出すことにより、用紙の支持面積を3段階に拡大、縮小させ得るようになっている。

【0052】アクセスカバーM1003は、その一端部が上ケースM1002に回転自在に保持され、上面に形成される開口部を開閉し得るようになっており、このアクセスカバーM1003を開くことによって本体内部に収納されている記録ヘッドカートリッジH1000あるいはインクタンクH1900等の交換が可能となる。なお、ここでは特に図示しないが、アクセスカバーM1003を開閉させると、その裏面に形成された突起がカバー開閉レバーを回転させるようになっており、そのレバーの回転位置をマイクロスイッチなどで検出することにより、アクセスカバーの開閉状態を検出し得るようになっている。

【0053】また、上ケースM1002の後部上面には、電源キーE0018及びレジュームキーE0019が押下可能に設けられると共に、LED E0020が設けられており、電源キーE0018を押下すると、LED E0020が点灯し記録可能であることをオペレータに知らせるものとなっている。また、LED E0020は点滅の仕方や色の変化をさせたり、プリンタのトラブル等をオペレータに知らせる等種々の表示機能を有する。さらに、ブザーE0021（図7）をならすこともできる。なお、トラブル等が解決した場合には、レジュームキーE0019を押下することによって記録が再開されるようになっている。

## 【0054】2. 記録動作機構

次に、プリンタの装置本体M1000に収納、保持される本実施形態における記録動作機構について説明する。

【0055】本実施形態における記録動作機構としては、記録シートPを装置本体内部へと自動的に給送する自動給送部M3022と、自動給送部から1枚ずつ送出される記録シートPを所定の記録位置へと導くと共に、記録位置から排出部M3030へと記録シートPを導く搬送部M3029と、記録位置に搬送された記録シートPに所望の記録を行なう記録部と、前記記録部等に対する回復処理を行う回復部（M5000）とから構成されている。

【0056】ここで、記録部について説明するに、その記録部は、キャリッジ軸M4021によって移動可能に支持されたキャリッジM4001と、このキャリッジM4001に着脱可能に搭載される記録ヘッドカートリッジH1000とからなる。

### 【0057】2. 1 記録ヘッドカートリッジ

まず、記録部に用いられる記録ヘッドカートリッジについて図3～5に基づき説明する。

【0058】この実施形態における記録ヘッドカートリッジH1000は、図3に示すようにインクを貯留するインクタンクH1900と、このインクタンクH1900から供給されるインクを記録情報に応じてノズルから吐出させる記録ヘッドH1001とを有する。記録ヘッドH1001は、後述するキャリッジM4001に対して着脱可能に搭載される、いわゆるカートリッジ方式を採るものとなっている。

【0059】ここに示す記録ヘッドカートリッジH1000では、写真調の高画質なカラー記録を可能とするため、インクタンクとして、例えば、ブラック、ライトシアン、ライトマゼンタ、シアン、マゼンタ及びイエローの各色独立のインクタンクH1900が用意されており、図4に示すように、それぞれが記録ヘッドH1001に対して着脱自在となっている。

【0060】そして、記録ヘッドH1001は、図5の分解斜視図に示すように、記録素子基板H1100、第1のプレートH1200、電気配線基板H1300、第2のプレートH1400、タンクホルダーH1500、流路形成部材H1600、フィルターH1700、シールゴムH1800から構成されている。

【0061】記録素子基板H1100には、Si基板の片面にインクを吐出するための複数の記録素子と、各記録素子に電力を供給するA1等の電気配線とが成膜技術により形成され、この記録素子に対応した複数のインク流路と複数の吐出口H1100Tとがフォトリソグラフィ技術により形成されると共に、複数のインク流路にインクを供給するためのインク供給口が裏面に開口するように形成されている。また、記録素子基板H1100は第1のプレートH1200に接着固定されており、ここ

には、前記記録素子基板H1100にインクを供給するためのインク供給口H1201が形成されている。さらに、第1のプレートH1200には、開口部を有する第2のプレートH1400が接着固定されており、この第2のプレートH1400を介して、電気配線基板H1300が記録素子基板H1100に対して電氣的に接続されるよう保持されている。この電気配線基板H1300は、記録素子基板H1100にインクを吐出するための電気信号を印加するものであり、記録素子基板H1100に対応する電気配線と、この電気配線端部に位置し本体からの電気信号を受け取るための外部信号入力端子H1301とを有しており、外部信号入力端子H1301は、後述のタンクホルダーH1500の背面側に位置決め固定されている。

【0062】一方、インクタンクH1900を着脱可能に保持するタンクホルダーH1500には、流路形成部材H1600が例えば、超音波溶着により固定され、インクタンクH1900から第1のプレートH1200に亘るインク流路H1501を形成している。また、インクタンクH1900と係合するインク流路H1501のインクタンク側端部には、フィルターH1700が設けられており、外部からの塵埃の侵入を防止し得ようになっている。また、インクタンクH1900との係合部にはシールゴムH1800が装着され、係合部からのインクの蒸発を防止し得ようになっている。

【0063】さらに、前述のようにタンクホルダーH1500、流路形成部材H1600、フィルターH1700及びシールゴムH1800から構成されるタンクホルダー部と、前記記録素子基板H1100、第1のプレートH1200、電気配線基板H1300及び第2のプレートH1400から構成される記録素子部とを、接着等で結合することにより、記録ヘッドH1001を構成している。

【0064】2.2 キャリッジ次に、図2を参照して記録ヘッドカートリッジH1000を搭載するキャリッジM4001を説明する。

【0065】図2に示すように、キャリッジM4001には、キャリッジM4001と係合し記録ヘッドH1001をキャリッジM4001上の所定の装着位置に案内するためのキャリッジカバーM4002と、記録ヘッドH1001のタンクホルダーH1500と係合し記録ヘッドH1001を所定の装着位置にセットさせるよう押圧するヘッドセットレバーM4007とが設けられている。すなわち、ヘッドセットレバーM4007はキャリッジM4001の上部にヘッドセットレバー軸に対して回動可能に設けられると共に、記録ヘッドH1001との係合部には、ばね付勢されるヘッドセットプレート（不図示）が備えられ、このばね力によって記録ヘッドH1001を押圧しながらキャリッジM4001に装着する構成となっている。

【0066】また、キャリッジM4001の記録ヘッドH1001との別の係合部にはコンタクトフレキシブルプリントケーブル（図7参照、以下、コンタクトFPCと称す）E0011が設けられ、コンタクトFPC E0011上のコンタクト部と記録ヘッドH1001に設けられたコンタクト部（外部信号入力端子）H1301とが電氣的に接触し、記録のための各種情報の授受や記録ヘッドH1001への電力の供給などを行い得ようになっている。

【0067】ここでコンタクトFPC E0011のコンタクト部とキャリッジM4001の間には不図示のゴムなどの弾性部材が設けられ、この弾性部材の弾性力とヘッドセットレバーばねによる押圧力とによってコンタクト部とキャリッジM4001との確実な接触を可能とするようになっている。さらに前記コンタクトFPC E0011はキャリッジM4001の背面に搭載されたキャリッジ基板E0013に接続されている（図7参照）。

### 【0068】3. スキャナ

この実施形態におけるプリンタは、上述した記録ヘッドカートリッジH1000の代わりにキャリッジM4001にスキャナを装着することで読取装置としても使用することができる。

【0069】このスキャナは、プリンタ側のキャリッジM4001と共に主走査方向に移動し、記録媒体に代えて給送された原稿画像をその主走査方向への移動の過程で読み取るようになっており、その主走査方向の読み取り動作と原稿の副走査方向の給送動作とを交互に行うことにより、1枚の原稿画像情報を読み取ることができる。

【0070】図6（a）および（b）は、このスキャナM6000の概略構成を説明するために、スキャナM6000を上下逆にして示す図である。

【0071】図示のように、スキャナホルダM6001は、略箱型の形状であり、その内部には読み取りに必要な光学系・処理回路などが収納されている。また、このスキャナM6000をキャリッジM4001へと装着した時に、原稿面と対面する部分には読取部レンズM6006が設けられており、このレンズM6006により原稿面からの反射光を内部の読取部に収束することで原稿画像を読み取るようになっている。一方、照明部レンズM6005は内部に不図示の光源を有し、その光源から発せられた光がレンズM6005を介して原稿へと照射される。

【0072】スキャナホルダM6001の底部に固定されたスキャナカバーM6003は、スキャナホルダM6001内部を遮光するように嵌合し、側面に設けられたルーバ状の把持部によってキャリッジM4001への着脱操作性の向上を図っている。スキャナホルダM6001の外形形状は記録ヘッドH1001と略同形状であ

り、キャリッジM4001へは記録ヘッドカートリッジH1000と同様の操作で着脱することができる。

【0073】また、スキャナホルダM6001には、読取り処理回路を有する基板が収納される一方、この基板に接続されたスキャナコンタクトPCBが外部に露出するように設けられており、キャリッジM4001へとスキャナM6000を装着した際、スキャナコンタクトPCB M6004がキャリッジM4001側のコンタクトFPC E0011に接触し、基板を、キャリッジM4001を介して本体側の制御系に電気的に接続させるようになっている。

【0074】4. プリンタの電気回路の構成

次に、本発明の実施形態における電気的回路構成を説明する。図7は、この実施形態における電気的回路の全体構成例を概略的に示す図である。

【0075】この実施形態における電気的回路は、主にキャリッジ基板(CRPCB)E0013、メインPCB(Printed Circuit Board)E0014、電源ユニットE0015等によって構成されている。ここで、電源ユニットE0015は、メインPCB E0014と接続され、各種駆動電源を供給するものとなっている。また、キャリッジ基板E0013は、キャリッジM4001(図2)に搭載されたプリント基板ユニットであり、コンタクトFPC E0011を通じて記録ヘッドとの信号の授受を行うインターフェースとして機能する他、キャリッジM4001の移動に伴ってエンコーダセンサE0004から出力されるパルス信号に基づき、エンコーダスケールE0005とエンコーダセンサE0004との位置関係の変化を検出し、その出力信号をフレキシブルフラットケーブル(CRFFC)E0012を通じてメインPCB E0014へと出力する。

【0076】さらに、メインPCB E0014はこの実施形態におけるインクジェット記録装置の各部の駆動制御を司るプリント基板ユニットであり、紙端検出センサ(PEセンサ)E0007、ASF(自動給紙装置)センサE0009、カバーセンサE0022、パラレルインターフェース(パラレルI/F)E0016、シリアルインターフェース(シリアルI/F)E0017、リジュームキーE0019、LED E0020、電源キーE0018、ブザーE0021等に対するI/Oポートを基板上に有する。またさらに、キャリッジM1400を主走査させるための駆動源をなすモータ(CRモータ)E0001、記録媒体を搬送するための駆動源をなすモータ(LFモータ)E0002、記録ヘッドの回動動作と記録媒体の給紙動作に兼用されるモータ(PGモータ)E0003と接続されてこれらの駆動を制御する他、インクエンパティセンサE0006、GAPセンサE0008、PGセンサE0010、CRFFC E0012、電源ユニットE0015との接続インターフェースを有する。

【0077】図8(A)および(B)は、メインPCB

E0014の内部構成を示すブロック図である。図において、E1001はCPUであり、このCPU E1001は内部に発振回路E1005に接続されたクロックジェネレータ(CG) E1002を有し、その出力信号E1019によりシステムクロックを発生する。また、制御バスE1014を通じてROM E1004およびASIC(Application Specific Integrated Circuit) E1006に接続され、ROMに格納されたプログラムに従って、ASIC E1006の制御、電源キーからの入力信号E1017、及びリジュームキーからの入力信号E1016、カバー検出信号E1042、ヘッド検出信号(HSENS)E1013の状態の検知を行ない、さらにブザー信号(BUZ)E1018によりブザーE0021を駆動し、内蔵されるA/DコンバータE1003に接続されるインクエンパティ検出信号(INKS)E1011及びサーミスタによる温度検出信号(TH)E1012の状態の検知を行う一方、その他各種論理演算・条件判断等を行ない、インクジェット記録装置の駆動制御を司る。

【0078】ここで、ヘッド検出信号E1013は、記録ヘッドカートリッジH1000からフレキシブルフラットケーブルE0012、キャリッジ基板E0013及びコンタクトフレキシブルプリントケーブルE0011を介して入力されるヘッド搭載検出信号であり、インクエンパティ検出信号E1011はインクエンパティセンサE0006から出力されるアナログ信号、温度検出信号E1012はキャリッジ基板E0013上に設けられたサーミスタ(図示せず)からのアナログ信号である。

【0079】E1008はCRモータドライバであって、モータ電源(VM)E1040を駆動源とし、ASIC E1006からのCRモータ制御信号E1036に従って、CRモータ駆動信号E1037を生成し、CRモータE0001を駆動する。E1009はLF/PGモータドライバであって、モータ電源E1040を駆動源とし、ASIC E1006からのパルスモータ制御信号(PM制御信号)E1033に従ってLFモータ駆動信号E1035を生成し、これによってLFモータを駆動すると共に、PGモータ駆動信号E1034を生成してPGモータを駆動する。

【0080】E1010は電源制御回路であり、ASIC E1006からの電源制御信号E1024に従って発光素子を有する各センサ等への電源供給を制御する。パラレルI/F E0016は、ASIC E1006からのパラレルI/F信号E1030を、外部に接続されるパラレルI/FケーブルE1031に伝達し、またパラレルI/FケーブルE1031の信号をASIC E1006に伝達する。シリアルI/F E0017は、ASIC E1006からのシリアルI/F信号E1028を、外部に接続されるシリアルI/Fケーブル

E1029に伝達し、また同ケーブルE1029からの信号をASIC E1006に伝達する。

【0081】一方、電源ユニットE0015からは、ヘッド電源(VH) E1039及びモータ電源(VM) E1040、ロジック電源(VDD) E1041が供給される。また、ASIC E1006からのヘッド電源ON信号(VHON) E1022及びモータ電源ON信号(VMOM) E1023が電源ユニットE0015に入力され、それぞれヘッド電源E1039及びモータ電源E1040のON/OFFを制御する。電源ユニットE0015から供給されたロジック電源(VDD) E1041は、必要に応じて電圧変換された上で、メインPCB E0014内外の各部へ供給される。

【0082】またヘッド電源信号E1039は、メインPCB E0014上で平滑化された後にフレキシブルフラットケーブルE0011へと送出され、記録ヘッドカートリッジH1000の駆動に用いられる。E1007はリセット回路で、ロジック電源電圧E1041の低下を検出して、CPU E1001及びASIC E1006にリセット信号(RESET) E1015を供給し、初期化を行なう。

【0083】このASIC E1006は1チップの半導体集積回路であり、制御バスE1014を通じてCPU E1001によって制御され、前述したCRモータ制御信号E1036、PM制御信号E1033、電源制御信号E1024、ヘッド電源ON信号E1022、及びモータ電源ON信号E1023等を出力し、パラレルI/F E0016およびシリアルI/F E0017との信号の授受を行なう他、PEセンサE0007からのPE検出信号(PES) E1025、ASFセンサE0009からのASF検出信号(ASF S) E1026、記録ヘッドと記録媒体とのギャップを検出するためのセンサ(GAP) センサE0008からのGAP検出信号(GAP S) E1027、PGセンサE0010からのPG検出信号(PGS) E1032の状態を検知して、その状態を表すデータを制御バスE1014を通じてCPU E1001に伝達し、入力されたデータに基づきCPU E1001はLED駆動信号E1038の駆動を制御してLEDE0020の点滅を行なう。

【0084】さらに、エンコード信号(ENC) E1020の状態を検知してタイミング信号を生成し、ヘッド制御信号E1021で記録ヘッドカートリッジH1000とのインターフェイスをとり記録動作を制御する。ここにおいて、エンコード信号(ENC) E1020はフレキシブルフラットケーブルE0012を通じて入力されるCRエンコードセンサE0004の出力信号である。また、ヘッド制御信号E1021は、フレキシブルフラットケーブルE0012、キャリッジ基板E0013、及びコンタクトFPC E0011を経て記録ヘッドH1000に供給される。

【0085】図9(A)および(B)は、ASIC E1006の内部構成例を示すブロック図である。

【0086】なお、同図において、各ブロック間の接続については、記録データやモータ制御データ等、ヘッドや各部機構部品の制御にかかわるデータの流れのみを示しており、各ブロックに内蔵されるレジスタの読み書きに係わる制御信号やクロック、DMA制御にかかわる制御信号などは図面上の記載の煩雑化を避けるため省略している。

【0087】図中、E2002はPLLコントローラであり、図9に示すようにCPU E1001から出力されるクロック信号(CLK) E2031及びPLL制御信号(PLLON) E2033により、ASIC E1006内の大部分へと供給するクロック(図示しない)を発生する。

【0088】また、E2001はCPUインターフェース(CPU I/F)であり、リセット信号E1015、CPU E1001から出力されるソフトリセット信号(PDWN) E2032、クロック信号(CLK) E2031及び制御バスE1014からの制御信号により、以下に説明するような各ブロックに対するレジスタ読み書き等の制御や、一部ブロックへのクロックの供給、割り込み信号の受け付け等(いずれも図示しない)を行ない、CPU E1001に対して割り込み信号(INT) E2034を出力し、ASIC E1006内部での割り込みの発生を知らせる。

【0089】また、E2005はDRAMであり、記録用のデータバッファとして、受信バッファE2010、ワークバッファE2011、プリントバッファE2014、展開用データバッファE2016などの各領域を有すると共に、モータ制御用としてモータ制御バッファE2023を有し、さらにスキャナ動作モード時に使用するバッファとして、上記の各記録用データバッファに代えて使用されるスキャナ取込みバッファE2024、スキャナデータバッファE2026、送出バッファE2028などの領域を有する。

【0090】また、このDRAM E2005は、CPU E1001の動作に必要なワーク領域としても使用されている。すなわち、E2004はDRAM制御部であり、制御バスによるCPU E1001からDRAM E2005へのアクセスと、後述するDMA制御部E2003からDRAM E2005へのアクセスとを切り替えて、DRAM E2005への読み書き動作を行なう。

【0091】DMA制御部E2003では、各ブロックからのリクエスト(図示せず)を受け付けて、アドレス信号や制御信号(図示せず)、書込み動作の場合には書込みデータE2038、E2041、E2044、E2053、E2055、E2057などをDRAM制御部E2004に出力してDRAMアクセスを行なう。また

読み出しの場合には、DRAM制御部E 2 0 0 4からの読み出しデータE 2 0 4 0、E 2 0 4 3、E 2 0 4 5、E 2 0 5 1、E 2 0 5 4、E 2 0 5 6、E 2 0 5 8、E 2 0 5 9を、リクエスト元のブロックに受け渡す。

【0092】また、E 2 0 0 6は、IEEE1284 I/Fであり、CPU I/F E 2 0 0 1を介したCPU E 1 0 0 1の制御により、パラレルI/F E 0 0 1 6を通じて、図示しない外部ホスト機器との双方向通信インターフェイスを行なう他、記録時にはパラレルI/F E 0 0 1 6からの受信データ（PIF受信データE 2 0 3 6）をDMA処理によって受信制御部E 2 0 0 8へと受け渡し、スキャナ読み取り時にはDRAM E 2 0 0 5内の送出バッファE 2 0 2 8に格納されたデータ（IEEE1284送信データ（RDP I F）E 2 0 5 9）をDMA処理によりパラレルI/Fに送信する。

【0093】E 2 0 0 7は、ユニバーサルシリアルバス（USB）I/Fであり、CPU I/F E 2 0 0 1を介したCPU E 1 0 0 1の制御により、シリアルI/F E 0 0 1 7を通じて、図示しない外部ホスト機器との双方向通信インターフェイスを行なう他、印刷時にはシリアルI/F E 0 0 1 7からの受信データ（USB受信データE 2 0 3 7）をDMA処理により受信制御部E 2 0 0 8に受け渡し、スキャナ読み取り時にはDRAM E 2 0 0 5内の送出バッファE 2 0 2 8に格納されたデータ（USB送信データ（RDUSB）E 2 0 5 8）をDMA処理によりシリアルI/F E 0 0 1 7に送信する。受信制御部E 2 0 0 8は、1284 I/F E 2 0 0 6もしくはUSB I/F E 2 0 0 7のうちの選択されたI/Fからの受信データ（WD I F）E 2 0 3 8）を、受信バッファ制御部E 2 0 3 9の管理する受信バッファ書き込みアドレスに、書込む。E 2 0 0 9は圧縮・伸長DMAコントローラであり、CPU I/F E 2 0 0 1を介したCPU E 1 0 0 1の制御により、受信バッファE 2 0 1 0上に格納された受信データ（ラスタデータ）を、受信バッファ制御部E 2 0 3 9の管理する受信バッファ読み出しアドレスから読み出し、そのデータ（RDWK）E 2 0 4 0を指定されたモードに従って圧縮・伸長し、記録コード列（WDWK）E 2 0 4 1としてワークバッファ領域に書込む。

【0094】E 2 0 1 3は記録バッファ転送DMAコントローラで、CPU I/F E 2 0 0 1を介したCPU E 1 0 0 7の制御によってワークバッファE 2 0 1 1上の記録コード（RDWP）E 2 0 4 3を読み出し、各記録コードを、記録ヘッドカートリッジH 1 0 0 0へのデータ転送順序に適するようなプリントバッファE 2 0 1 4上のアドレスに並べ替えて転送（WDWP E 2 0 4 4）する。また、E 2 0 1 2はワーククリアDMAコントローラであり、CPU I/F E 2 0 0 1を介したCPU E 1 0 0 1の制御によって記録バッファ転送DMAコントローラ E 2 0 1 3による転送が完了したワ

ークバッファ上の領域に対し、指定したワークフィルデータ（WDWF）E 2 0 4 2を繰返し書込む。

【0095】E 2 0 1 5は記録データ展開DMAコントローラであり、CPU I/F E 2 0 0 1を介したCPU E 1 0 0 1の制御により、ヘッド制御部E 2 0 1 8からのデータ展開タイミング信号E 2 0 5 0をトリガとして、プリントバッファ上に並べ替えて書込まれた記録コードと展開用データバッファE 2 0 1 6上に書込まれた展開用データとを読み出し、展開記録データ（RDHDG）E 2 0 4 5をカラムバッファ書き込みデータ（WDHDG）E 2 0 4 7としてカラムバッファE 2 0 1 7に書込む。ここで、カラムバッファE 2 0 1 7は、記録ヘッドカートリッジH 1 0 0 0への転送データ（展開記録データ）を一時的に格納するSRAMであり、記録データ展開DMAコントローラE 2 0 1 5とヘッド制御部E 2 0 1 8とのハンドシェイク信号（図示せず）によって両ブロックにより共有管理されている。

【0096】E 2 0 1 8はヘッド制御部で、CPU I/F E 2 0 0 1を介したCPU E 1 0 0 1の制御により、ヘッド制御信号を介して記録ヘッドカートリッジH 1 0 0 0またはスキャナとのインターフェイスを行なう他、エンコーダ信号処理部E 2 0 1 9からのヘッド駆動タイミング信号E 2 0 4 9に基づき、記録データ展開DMAコントローラに対してデータ展開タイミング信号E 2 0 5 0の出力を行なう。

【0097】また、印刷時には、前記ヘッド駆動タイミング信号E 2 0 4 9に従って、カラムバッファから展開記録データ（RDHD）E 2 0 4 8を読み出し、そのデータをヘッド制御信号E 1 0 2 1として記録ヘッドカートリッジH 1 0 0 0に出力する。また、スキャナ読み取りモードにおいては、ヘッド制御信号E 1 0 2 1として入力された取込みデータ（WDHD）E 2 0 5 3をDRAM E 2 0 0 5上のスキャナ取込みバッファE 2 0 2 4へとDMA転送する。E 2 0 2 5はスキャナデータ処理DMAコントローラであり、CPU I/F E 2 0 0 1を介したCPU E 1 0 0 1の制御により、スキャナ取込みバッファE 2 0 2 4に蓄えられた取込みバッファ読み出しデータ（RDV）E 2 0 5 4を読み出し、平均化等の処理を行なった処理済データ（WDV）E 2 0 5 5をDRAM E 2 0 0 5上のスキャナデータバッファE 2 0 2 6に書込む。E 2 0 2 7はスキャナデータ圧縮DMAコントローラで、CPU I/F E 2 0 0 1を介したCPU E 1 0 0 1の制御により、スキャナデータバッファE 2 0 2 6上の処理済データ（RDYC）E 2 0 5 6を読み出してデータ圧縮を行ない、圧縮データ（WDYC）E 2 0 5 7を送出バッファE 2 0 2 8に書込み転送する。

【0098】E 2 0 1 9はエンコーダ信号処理部であり、エンコーダ信号（ENC）を受けて、CPU E 1 0 0 1の制御で定められたモードに従ってヘッド駆動タ



イミング信号E2049を出力する他、エンコード信号E1020から得られるキャリッジM4001の位置や速度にかかわる情報をレジスタに格納して、CPU E1001に提供する。CPU E1001はこの情報に基づき、CRモータE0001の制御における各種パラメータを決定する。また、E2020はCRモータ制御部であり、CPU I/F E2001を介したCPU E1001の制御により、CRモータ制御信号E1036を出力する。

【0099】E2022はセンサ信号処理部で、PGセンサE0010、PEセンサE0007、ASFセンサE0009、及びGAPセンサE0008等から出力される各検出信号E1033、E1025、E1026、E1027を受けて、CPU E1001の制御で定められたモードに従ってこれらのセンサ情報をCPU E1001に伝達する他、LF/PGモータ制御用DMAコントローラ E2021に対してセンサ検出信号E2052を出力する。

【0100】LF/PGモータ制御用DMAコントローラE2021は、CPU I/F E2001を介したCPU E1001の制御により、DRAM E2005上のモータ制御バッファE2023からパルスモータ駆動テーブル(RDPM) E2051を読み出してパルスモータ制御信号E1033を出力する他、動作モードによっては前記センサ検出信号を制御のトリガとしてパルスモータ制御信号E1033を出力する。また、E2030はLED制御部であり、CPU I/F E2001を介したCPU E1001の制御により、LED駆動信号E1038を出力する。さらに、E2029はポート制御部であり、CPU I/F E2001を介したCPU E1001の制御により、ヘッド電源ON信号E1022、モータ電源ON信号E1023、及び電源制御信号E1024を出力する。

#### 【0101】5. プリンタの動作

次に、上記のように構成された本発明の実施形態におけるインクジェット記録装置の動作を図10のフローチャートに基づき説明する。

【0102】AC電源に装置本体1000が接続されると、まず、ステップS1では装置の第1の初期化処理を行なう。この初期化処理では、本装置のROMおよびRAMのチェックなどの電気回路系のチェックを行ない、電氣的に本装置が正常に動作可能であることを確認する。

【0103】次にステップS2では、装置本体M1000の上ケースM1002に設けられた電源キーE0018がONされたかどうかの判断を行い、電源キーE0018が押された場合には、次のステップS3へと移行し、ここで第2の初期化処理を行う。

【0104】この第2の初期化処理では、本装置の各種駆動機構及び記録ヘッドのチェックを行なう。すなわち、各種モータの初期化やヘッド情報の読み込みを行う

に際し、装置が正常に動作可能であることを確認する。

【0105】次にステップS4ではイベント待ちを行なう。すなわち、本装置に対して、外部I/Fからの指令イベント、ユーザ操作によるパネルキーイベントおよび内部的な制御イベントなどを監視し、これらのイベントが発生すると当該イベントに対応した処理を実行する。

【0106】例えば、ステップS4で外部I/Fからの印刷指令イベントを受信した場合には、ステップS5へと移行し、同ステップでユーザ操作による電源キーイベントが発生した場合にはステップS10へと移行し、同ステップでその他のイベントが発生した場合にはステップS11へと移行する。ここで、ステップS5では、外部I/Fからの印刷指令を解析し、指定された紙種別、用紙サイズ、印刷品位、給紙方法などを判断し、その判断結果を表すデータを本装置内のRAM E2005に記憶し、ステップS6へと進む。次いでステップS6ではステップS5で指定された給紙方法により給紙を開始し、用紙を記録開始位置まで送り、ステップS7に進む。ステップS7では記録動作を行なう。この記録動作では、外部I/Fから送出されてきた記録データを、一旦記録バッファに格納し、次いでCRモータE0001を駆動してキャリッジM4001の主走査方向への移動を開始すると共に、プリントバッファE2014に格納されている記録データを記録ヘッドH1001へと供給して1行の記録を行ない、1行分の記録データの記録動作が終了するとLFモータE0002を駆動し、LFローラM3001を回転させて用紙を副走査方向へと送る。この後、上記動作を繰り返し実行し、外部I/Fからの1ページ分の記録データの記録が終了すると、ステップS8へと進む。

【0107】ステップS8では、LFモータE0002を駆動し、排紙ローラM2003を駆動し、用紙が完全に本装置から送り出されたと判断されるまで紙送りを繰返し、終了した時点で用紙は排紙トレイM1004a上に完全に排紙された状態となる。

【0108】次にステップS9では、記録すべき全ページの記録動作が終了したか否かを判定し、記録すべきページが残存する場合には、ステップS5へと復帰し、以下、前述のステップS5～S9までの動作を繰り返し、記録すべき全てのページの記録動作が終了した時点で記録動作は終了し、その後ステップS4へと移行し、次のイベントを待つ。

【0109】一方、ステップS10ではプリンタ終了処理を行ない、本装置の動作を停止させる。つまり、各種モータやヘッドなどの電源を切断するために、電源を切断可能な状態に移行した後、電源を切断しステップS4に進み、次のイベントを待つ。

【0110】また、ステップS11では、上記以外の他のイベント処理を行なう。例えば、本装置の各種パネルキーや外部I/Fからの回復指令や内部的に発生する回

復イベントなどに対応した処理を行なう。なお、処理終了後にはステップS4に進み、次のイベントを待つ。

#### 【0111】6. ヘッドの構成

ここで、本実施形態で用いるヘッドH1001の吐出口群の構成配置について説明する。

【0112】図11は本実施形態で用いた高密度記録を実現するためのヘッドの模式的正面図である。この例では1列当たり600dpi（ドット／インチ）のピッチ（約42μmピッチ）で128個の吐出口を配列した吐出口列を1色当たり2列、互いに副走査方向（紙送り方向）に約21μmずらして、主走査方向（キャリッジスキャン方向）に設けてあり、1色当たり合計256個の吐出口にて1200dpiの解像度を実現している。さらに、図示の例ではそのような吐出口列を6色に対応して主走査方向に並置し、6色について合計12列の吐出口列で1200dpiの記録を行う一体構造のヘッド構成としている。但し、製造上は並列する2色分が1チップとして同時に作成され、その後3チップを並列して接着させる構成をとっているため、各チップの隣り合う2色のノズル列（ブラック（Bk）およびライトシアン（LC）の組、ライトマゼンタ（LM）およびシアン（C）の組、マゼンタ（M）およびイエロー（Y）の組）は他に比べ駆動条件が似通ったものとなっている。この構成であれば、双方の列間の吐出タイミングさえ調整すれば、1200dpiの記録解像度が実現できる。

【0113】以上説明した構成の記録装置およびヘッドを用い、本発明所期の目的を達成するための各種処理について以下に説明する。後述するレジストレーションの調整値等の獲得処理は図10の手順中第2の初期化処理（ステップS3）またはその他のイベント処理（ステップS11）等に位置づけることができるものであり、またそれによって得られた調整値等は記録動作（ステップS7）等を行う際に反映させることができるものである。

#### 【0114】7. マルチパスプリント

まず、本実施形態では主に写真画像を高精細に記録可能とすることを目的としているので、通常はマルチパスプリントによって記録がなされる。ここでマルチパスプリントについて簡単に説明を加えておく。

【0115】モノクロームプリンタとして文字、数字、記号などのキャラクタのみを記録するものと異なり、カラーイメージ画像をプリントするに当たっては、発色性、階調性、一様性など様々な要素が要求される。特に一様性に関しては、多数のノズル（本明細書では、特にことわらない限り吐出口ないしこれに連通する液路およびインク吐出に利用されるエネルギーを発生する素子を総括して言うものとする）を集積配置してなるマルチノズルヘッドの製作工程時に生じる僅かなノズル単位のばらつきが、プリント動作時において各ノズルのインク吐出量やインク吐出方向の向きに影響を及ぼし、最終的には

プリント画像の濃度むらとして画像品位を低下させる。

【0116】図12～図14を用いてその具体例を説明する。図12（a）において、3001はマルチノズルヘッドであり、ここでは簡単のため8個のノズル3002によって構成されているものとする。3003はノズル3002によって吐出されたインクドロップレットであり、この図のように揃った吐出量で、揃った方向にインクが吐出されるのが理想である。このような吐出が行われれば、図12（b）に示すようにプリント媒体上に揃った大きさのインクドットが着弾し、全体的にも濃度むらの無い様な濃度分布が得られる（図12（c））。

【0117】しかし実際には、ノズル1つ1つにそれぞればらつきがあり、そのまま上記と同じようにプリントを行ってしまうと、図13（a）に示したようにそれぞれのノズルより吐出されるインクドロップの大きさおよび向きにばらつきが生じ、紙面上に於いては図13

（b）に示すようになる。この図によれば、ヘッド主走査方向に対し、周期的に白紙の部分が存在したり、また逆に必要以上にドットが重なり合ったり、あるいはこの図の中央部分に見られるような白筋が発生したりしている。この状態で記録されたドットの集まりはノズル並び方向に対し、図13（c）図に示した濃度分布となり、結果的には、通常人間の目で見たとときに、これらの現象が濃度むらとして感知されるのである。

【0118】そこでこの濃度むら対策として次のような方法が考案されている。

【0119】図14によりその方法を説明する。ここでは図12および図13で示したのと同様の領域についてのプリントを完成させるのにヘッド3001を図14の（a）に示すように3回スキャンしているが、図中縦方向8画素の半分である4画素を単位とする領域は2回の記録走査（パス）で完成している。この場合ヘッド3001の8ノズルは、図中上半分の4ノズルと、下半分の4ノズルとのグループに分けられ、1ノズルが1回のスキャンで形成するドットは、画像データのある所定の画像データ配列に従って約半分に間引いたものである。そして2回目のスキャン時に残りの半分の画像データヘッドを埋め込み、4画素単位領域の記録を完成させる。以上のような記録法を以下マルチパス記録法と称す。この記録法を実施すれば、図13で用いた記録ヘッドと等しいものを使用しても、各ノズル固有のプリント画像への影響が半減されるので、プリントされた画像は図14（b）のようになり、図13（b）に見られたような白スジや黒スジが余り目立たなくなる。従って濃度むらも図14（c）に示すように図13（c）の場合と比べかなり緩和される。

【0120】以上では同一記録領域に対し、2回の記録走査で画像を完成させる構成を説明したが、マルチパス記録はパス数が多いほど画像品位は向上する。しかし、

一方でプリント時間は長くなるといういわばトレードオフの関係がある。そこで本実施形態のプリンタでは、マルチパス記録を行わない1パスモードのほかに、2パスから8パスまでのマルチパスモードでの記録を可能としており、記録媒体の種類や用途に応じてプリントモードを適宜切り替えることができるようにしている。

#### 【0121】8. ドット形成位置の調整

本実施形態のプリンタで用いるヘッドH1001は図11について説明した構成を有し、これは前述の通り1200dpiの記録が可能である。しかし、実際に入力されるデータの解像度は最高で600dpiであり、記録時には $2 \times 2 = 4$ 画素により1つのデータを記録する。各入力データの階調は5段階であり、予め各階調に対するドット配列を $2 \times 2$ の画素領域内で定めておき、記録時には $2 \times 2$ の画素領域で5段階の階調が表現されるようにする。

【0122】本発明の主眼は、ドット形成位置すなわちインクロップレット着弾位置の調整（以下、プリント位置調整またはレジストレーションとも言う）に関するものであり、本実施形態のプリンタでは往復プリントにおける往走査と復走査とでの着弾位置の調整（以下双方向レジストレーションという）を行う手段と、偶数ラスタの記録に関与する図11中の偶数列の吐出口および奇数ラスタの記録に関与する奇数列の吐出口による着弾位置の調整（以下偶奇レジストレーションという）を行う手段とを備えている。偶奇レジストレーションに関しては、ヘッドの個体差および環境やプリント履歴などによりヘッドの状況に依存するが、双方向レジストレーションについてはむしろプリンタ本体のキャリッジエンコーダE0004や、キャリッジM4001とプリント媒体の被記録面を規制するための部材（プラテン）との距離など、本体特性に依存することが多い。よって、本実施形態では、偶奇レジストレーションの調整値についてはヘッドH1001の適宜の部位に設けられるEEPROM等の不揮発性メモリに、双方向レジストレーションの調整値については本体の適宜の部位に設けられるEEPROM等の不揮発性メモリに、それぞれの出荷時に格納されている。これにより、少なくとも初期の使用開始時において、ユーザーはプリント位置合わせが行われた状態の記録物を得ることができる。

【0123】なお、ヘッドH1001のEEPROMには、上記偶奇レジストレーションの調整値以外にも様々なヘッドH1001の固有の情報を格納しておくことができる。本実施形態に用いる記録ヘッドH1001上のEEPROMの構成および効果は、基本的に特開平6-320732号に開示された技術に準ずるものであるが、ここで本実施形態の記録装置における具体的な格納データの内容を説明する。

【0124】図15はヘッドのEEPROMに格納したデータの一例であり、ここではEEPROMに次に述べ

る項目および内容が記憶されているものとする。すなわち、バージョンアップに伴う駆動条件の対応を行うための「ヘッドバージョン情報」、メモリ内容の読み取りエラー防止のための「フレーム数」、個々のヘッドの判別を行うための「ヘッドシリアルナンバー」、記録ヘッドの各チップ（各チップ当たり2色）毎の適切な駆動パルスを選択するための「ヘッド駆動条件」（3チップ分）、往路プリント時と復路プリント時との記録位置ずれ補正值である「双方向レジストレーションデータ」（本実施形態では未使用）、各色のBkに対する記録位置ずれ補正值である「色間レジストレーションデータ」（5色分）、各色の偶数・奇数ノズル列間の記録位置補正值である「偶奇レジストレーションデータ」（6色分）、各列内の不良ノズルの位置情報である「不吐情報」（12列分）、各色の記録吐出量のレベルを表す「吐出量情報」（6色分）、および「エラーチェック情報」である。

【0125】さらに、図15に示すように、情報の取得エラーを防止するべく上記内容を同一のEEPROMに2回繰り返して記憶させている。

【0126】ユーザーがヘッドH1001を入手し、記録装置本体のキャリッジM4001に搭載して電源を入れたタイミングで、記録装置の本体制御部はヘッドH1001のEEPROMの内容を読み取り、本体内のEEPROMにコピーする。本体内のEEPROMには偶奇レジストレーションおよび双方向レジストレーションのための調整値を記憶する領域が少なくとも2箇所ずつあり、当初はそれぞれに同一の内容を記憶する。

【0127】ユーザーは着荷直後あるいは使用頻度に応じて適宜、レジストレーション（以下これをユーザーレジストレーションという）を自ら起動することができる。

【0128】図16（a）はユーザーレジストレーションの一連の処理の流れを示す。また、同図（b）は主としてその処理の過程におけるデータの流れを示すためにホスト装置および記録装置からなるシステムを簡略かつ模式的に表した図である。

【0129】ユーザーは、例えばパーソナルコンピュータの形態を可とするホスト装置HOSTの所定のオペレーティングシステムOS上で作動するプリンタドライバPDのユーティリティより、キーやポインティングデバイスおよびディスプレイ等を含む入力・表示手段CN SLを用いてレジストレーションモードを選択する（ステップS2201）。そして記録装置本体M1000に用紙をセットし、プリントをスタートさせる（ステップS2202）。これに応じてプリンタ制御部PRCはヘッドH1001の駆動部HDに所定のデータを送り、レジストレーションのためのパターン（図17）を形成させる（ステップS2203）。そしてこのパターンを目視判断することにより、ユーザーが調整値をホスト装置

HOST上のプリンタ設定用の画面の所定エリアに入力する(ステップS2004)。そしてプリンタドライバPDからのコマンドにてプリンタ制御部にレジストレーションデータを転送し(ステップS2205)、これに応じて上記データが記録装置本体内のEEPROM100に記憶される(ステップS2206)。

【0130】図17はユーザーレジストレーションで出力するパターンを示す。図中のA列～E列はヘッドH1001の各色の偶奇レジストレーションのためのパターンであり、A列はブラック、B列はシアン、C列はマゼンタ、D列はライトシアン、E列はライトマゼンタに対応している。イエローについてはパターンの目視による読み取り判別が困難なことからユーザーレジストレーションパターンから除外してある。但し、図11で説明したようにイエローに対応したノズル群はマゼンタに対応したノズル群と同一チップに構成されているため、マゼンタに対応したノズルと類似した駆動条件になる。よって、本実施形態では、図16(a)のステップS2205の段階で、マゼンタについてのレジストレーションデータと同一の値をプリンタ本体に転送するようにしてある。従って、ステップS2206でEEPROM100に記憶されるデータは6色分となる。

【0131】図17において左側の数字“+7”～“-3”はレジストレーションのための調整値を示し、それぞれの調整値に相当するパターンは全て同じものである。但し、それぞれの調整値によって偶数列ノズルと奇数列ノズルとの相対的吐出タイミングを変えて記録している。本実施形態のプリンタでは調整の最小単位は1画素であり、1画素ずつ変化させたパターンとなっている。既に工場出荷時に偶奇レジストレーションの調整値がヘッドのEEPROM200(図16(b))に記憶されているので、“0”位置(デフォルト値)のパターンはこの工場出荷時の値で記録される。

【0132】他の“+7”～“+1”、“-1”～“-3”については、偶数ノズル列の吐出タイミングは固定のままで、奇数ノズル列の吐出タイミングをデフォルト値より+7画素から-3画素まで1画素ずつ変えている。ここで+方向とは偶数ノズル列と奇数ノズル列との吐出タイミングの時間差を大きくする方向である。既に述べたように、インクによる膨潤や温度の上昇等に起因して偶数列と奇数列との間でフェイス面に凸状の変形が生じて行くと、双方の列は経時的に開いていく傾向にある。そこで、プラス方向の調整範囲を7画素(約147 $\mu$ m)までと大きくとり、マイナス方向については-3画素(63 $\mu$ m)としている。そしてユーザーは各色毎に“+7”～“-3”のうちで最も滑らかなパターンを選択すればよい。

【0133】全ての偶奇レジストレーション用パターンは2パス片方向プリント(往または復方向の2回の走

査)にて記録する。1パスではなく2パスの分割記録とするのは、偶数および奇数列間のドット形成位置ずれ以外の要因、すなわち個々のノズルばらつき等の要因でパターンの滑らかさが損なわれないようにするためである。また片方向プリントを行うのは、双方向プリント間のドット形成位置ずれによる影響を同時に受けないようにするためである。

【0134】図18(a)～(c)は本実施形態で用いた偶奇レジストレーション用パターンの拡大図である。これらのパターンは、1200dpiの各画素に25%のデータを与えて2値化して記録した所定領域を部分的に切りぬいたものである。用いた2値化法はディザ法の一形態である誤差拡散法である。既に述べたが、本実施形態のプリンタの入力解像度は最高で600dpiであるので、この場合ここで示す1200dpiの入力解像度による記録は実際には行われない。レジストレーションのためだけのテストパターンである。このパターン自体は、所定の大きさのビットマップとして記録装置本体メモリに格納されており、ユーザーレジストレーションを行うときに読み出され、記録される。発明者らが検討したパターンの中では、ディザ法の中でも誤差拡散法のような条件付き決定法に属する手法で2値化したもの、あるいは空間周波数が主に高周波側によったブルーノイズ特性を持っているパターンが最も良好であった。良好であるとは、ドット形成位置ずれが起こった場合とそうで無い場合とでパターンの差が目視でわかりやすいということである。図18において、(a)は偶数ノズルによるインクドットと奇数ノズルによるインクドットとが正規の位置に記録されている。これに対し、(b)では両者が1画素ずれた場合、(c)では2画素ずれた場合を示している。これらの差は明らかに判別できる。

【0135】例えばこの方法をランダムディザ法やマトリクスを用いる組織的ディザ法に適用しても上記効果は得られなかった。ランダムディザ法では、元のパターンの空間周波数が低周波から高周波まで一様に分布しているので、偶数ラスタと奇数ラスタが互いにずれたところで、パターン内の空間周波数分布に変化が現れなかった。マトリクスを用いる組織的ディザでは元の画像が完全に周期的になっているので、ずれた場合はパターン内の空間周波数も変化する。しかし、パターン全体が同様に変化するので、非一様性が感知されると言うよりは規則的な濃淡の繰り返し感知される等の現象が生じ、図18(b)および(c)のようなザラツキ感としてはっきりと感知されるものではなかった。本実施形態の主な効果は、誤差拡散法等の条件付き手法を用いて2値化した一様パターンやブルーノイズ特性を持ったパターンでは、ドット形成位置ずれに対し空間周波数がかなり敏感であることを利用している。このようなパターンでは、組織ディザ法のように空間周波数が一律ではないが、全体が高周波領域であることを特徴としているので、偶数

ラストのレイヤーと奇数ラストのレイヤーがわずかにずれるだけで、画像全体の空間周波数が全く変わってしまうのである。なお、以上述べたブルーノイズ特性についてはRobert Ulichney著Digital Halftoningから引用した。

【0136】再び図17を参照するに、図中のF列は、双方向レジストレーションのためのパターンである。双方向レジストレーションについては前述したとおり多数の提案および実施がなされているが、本実施形態のF列のパターンは特開平7-81190号に準ずるものである。主流である罫線パターンによる判別よりも目視で判断しやすく、1画素以内のズレも判別可能であるからである。左に添えられた“+3”～“-3”の数字は双方向レジストレーションのための調整値を示す。双方向レジパターンにおいても偶奇レジストレーションと同様、“0”値（デフォルト値）のパターンは工場出荷されたときに設定された値で記録する。“+3”から“-3”に対応するそれぞれのパターンは、往路プリント時の吐出タイミングは固定のままで、復路プリント時の吐出タイミングを1画素ずつずらして記録している。全ての双方向レジストレーション用のパターンは4パス双方向プリントにて記録される。4パスの分割記録にしたのは、ノズルばらつき等の要因でパターンの滑らかさを損なわないようにするためである。

【0137】図19(a)および(b)は双方向レジストレーション用パターンを拡大して示すとともに記録方法を説明するためのものである。本実施形態の一連の調整では同時に偶奇レジストレーションも行うので、パターンには偶数および奇数列間のドット形成位置ずれの影響が現れないように、偶数ラストのみにデータが存在する。各偶数ラストは1ドットおきに記録するが、これは隣接ドットとの重なりが生じない限界の画素ピッチ（距離）であり、このように設定しておく、僅かなドット形成位置ずれに対して記録画像を敏感に反応させることができる。

【0138】本実施形態では1つのラストについて4回の記録走査で画像を完成させる。このとき1パス目および3パス目は往方向走査、2パス目および4パス目は復方向走査にてプリントする。図のように16画素幅ずつ往路記録領域と復路記録領域とが交互に配置され、それぞれの領域は1パスおよび3パス（あるいは2パスおよび4パス）の2つパスで分割記録されている。

【0139】双方向のドット位置ずれが生じた場合、図19(b)のように往路記録領域と復路記録領域との境界部で黒スジあるいは白スジが発生する。実際には各記録領域の幅は336 $\mu$ m程度であるので、目視では縦方向の白スジが横方向へ規則的に配列した濃淡むらとして確認される。ユーザーは、白スジの最も少ない様なパターンを選択することができる。

【0140】以上により、選択されたパターンに対応し

た調整値をユーザーはホスト装置のプリンタドライバを介して入力する。入力された値は本体内のEEPROM100に記憶される。

【0141】図20は、本体EEPROM100内のレジストレーション用調整値書き込み領域を簡単かつ模式的に示す。本体の出荷時に記憶されたレジストレーションの調整値およびヘッドH1001の装着時にそのEEPROM200から読み取られたデータは常にA領域に記録されている。そして、ユーザーレジストレーションを行う場合には常にこのA領域の値をデフォルト(0)にしてパターン(図17)を出力する。一方、ユーザーがプリンタドライバから入力した調整値はB領域に記憶される。2回目以降のユーザーレジストレーションでは常にこのB領域のデータを上書きし、領域Aに記憶されている値は書き換えられることはない。ヘッド交換時あるいはサービスマン対応時に更新されるのみである。通常のプリント時にはA領域の値にB領域の値を加算した調整値によって記録される。

【0142】9. モードに対応したレジストレーション用調整値の補正

本実施形態で用いるプリンタは写真画像などを高画質で出力するものであるが、用途に応じて2つのキャリッジスピードの選択を可能としている。高画質出力に対応したキャリッジスピードにて記録走査するモード(HQモード)と、これに比べほぼ倍のキャリッジスピードで記録走査するモード(HSモード)とである。

【0143】また本実施形態の記録装置には、厚紙や封筒などの記録媒体にも対応するため、プラテンからのキャリッジM4001までの高さ（以下、紙間という）も2段階に調整できる機構を有し、通常プリントでの標準ポジションと厚紙用の厚紙ポジションの2つの紙間設定が可能である。紙間はユーザーが紙間調整レバーM2015(図1)を動かすことにより調整されるが、現在の紙間が厚紙ポジションであるか、標準ポジションであるかを検知する紙間センサーE0008が装備されており、本体は常に現状のポジションにあった記録制御を行うことができる。

【0144】ここにかかる紙間調整機構について簡単に説明すると、キャリッジM4001の摺動軸は、一端が紙間調整レバーM2015を介して、他端がカム等の部材を介して、ばね等の付勢部材により付勢された状態で一對の紙間調整板に装着されている。そしてこれらの紙間調整板は、それぞれ記録ヘッドカートリッジH1000の吐出面とプラテンの記録支持面との距離間隔が適切なものになるように調整可能に記録装置のシャーシに固定されている。

【0145】さらに、紙間調整レバーM2015は、ばねの作用により、図1に示す上端位置と不図示の下端位置との2つの停止位置へと選択的に設定することが可能であり、下端位置に移動させた場合には、キャリッジM

4001がプラテンから約0.6mm待避する。従って、記録媒体が封筒のように厚い場合には、予め紙間調整レバーM2015を下端位置に移動させさせておくようにすることができる。また、紙間センサーによりその状態を検知するようになり、記録媒体の給紙動作が開始される時に、紙間調整レバーM2015の位置設定が適正であるか否かを判断し、不適切な状態を検知した場合には、メッセージの表示あるいはブザーの作動などによって警告を発し、不適切な状態で記録動作が実行されるのを未然に防止するようになっている。

【0146】さて、偶奇レジストレーションにおいても、双方向レジストレーションにおいても、上記のキャリッジスピードや紙間ポジションによってその適切な調整値が変わる。本実施形態では、これらの情報に基づいて自動的にレジストレーションを実施する機構を有する。

【0147】図21は双方向レジストレーションのために用いる自動補正テーブルの例を示す。本実施形態のプリンタでは、HSモードでのキャリッジスピードが20.83inch/m、HQモードでのキャリッジスピードが12.5inch/mであり、ヘッドの吐出口からインクが吐出されるスピードは標準で15m/sである。また、フェイス面から紙面までの距離は、標準ポジションでは1.3mmであり、厚紙ポジションでは1.9mmとなっている。上記より計算すると、HQモードでかつ標準ポジションである場合、往路と復路での吐出をまったく同位置で行うと、往路で記録されたドットと復路で記録されたドットの距離が約55μmとなるが、本実施形態のプリンタの調整解像度は1画素(21μm)単位であるので、デフォルトで3画素の調整が必要となる。これに対しHSモードの場合には、両者のずれは92μmとなり、4画素の調整が必要になる。また、キャリッジスピードはそのままに、紙間のみ厚紙ポジションにした場合には、両者のずれは80μmとなり4画素の調整が必要となる。また、HSモードでかつ厚紙ポジションにした場合にはずれ量が134μmとなり、6画素の補正が必要になる。このような結果から図21(a)に示したテーブルが作成される。

【0148】本実施形態では図21のテーブルで示す値に対し、工場出荷時のレジストレーションの調整値にユーザーレジストレーションで入力された値を加算して実際の記録がなされる。

【0149】なお、上記テーブルは計算のみによって求められるものでなくともよい。例えば、マルチパスで一般的な画像を得ようとする双方向プリントと、1パスプリントで良好な罫線を得ようとする双方向プリントとは調整値が若干異なってくる場合がある。マルチパスプリントではノズル列の全ノズルが分散されて駆動され、昇温も少ないのに対し、1パスプリントでは同時吐出数が多く昇温も大きいなどの理由が考えられる。この場合H

Sモード、HQモード、標準ポジション、厚紙ポジションのそれぞれがどのような用途で利用されるかによって、その適正値を設定すればよい。例えば、1パスで罫線を記録した場合の調整値がマルチパスで一般的なハーフトーンを記録した場合に比べて適正値が“1”だけ大きいとする。この場合、HSモードでモノクロームの1パス記録しか行われない場合には、HSモードでのレジストレーションについては罫線パターンを重視した値とすればよい。すなわち、図21(a)のテーブルに対し、HSモードのみ“1”だけ大きい値をあらかじめ書き込み、図21(b)のようにすればよい。

【0150】さらに、双方向レジストレーションの調整値はヘッドの吐出スピードのばらつきによっても若干変わってくる。本実施形態で用いたヘッドの吐出スピードは、中心では15m/sであるが、実際には12~18m/sの範囲でばらつくとする。

【0151】図22はこの場合のそれぞれのスピードにおける適切なレジストレーションテーブルの値の変化を、キャリッジスピード(HSモード、HQモード)/紙間ポジション(標準ポジション、厚紙ポジション)毎に示す。全体的にテーブル値は右下がりになっており、吐出スピードが上がるほど補正量が小さくなっている。どの吐出スピードのヘッドが搭載されても、標準ポジションかつHQモードではユーザーレジストレーションにて調整可能である。

【0152】その他のモードについては、通常モードからの差が15m/sの場合と変わらなければ図21(a)の自動補正テーブルにより問題なく自動調整されるが、変化した場合には自動調整がうまく働かないことになる。例えば、標準ポジションのHSモードでは、吐出スピード15m/sの近傍では調整適正値が“4”であり、標準ポジションのHQモードとの差が“1”であるのに対し、少し吐出スピードが15m/s近傍から若干高くなった領域ではその差は“2”になる。これでは、中心値付近の吐出スピードのヘッドに対しては効果があるが、そこから離れたヘッドでは自動補正テーブルの効果は少なくなってしまう。実際に出荷されるほとんどのヘッドが15m/s近傍であれば図21(a)のテーブルを用いるのが適切であるが、吐出スピードの分布によっては図21(c)のようにあらかじめ“5”に設定しておいた方が多数のヘッドに対応できる場合もある。さらに、図21(b)で説明した罫線との違いなども含み、最終的に図21(d)のような値を記憶しておいてもよい。

【0153】この場合、既に説明したヘッドH1001のEEPROM200の情報として、吐出スピードに関連した情報を記憶しておき、かつ本体内には数段階のスピードに応じた自動補正テーブルを格納しておくことで問題を解決することができる。すなわち、上記では自動補正テーブルのファクターはキャリッジスピードと紙間

ポジションとの2つであったが、さらに吐出スピードを加えるのである。この場合の自動補正テーブルを図22のグラフに添った形態にて図23に示す。

【0154】また、個々のヘッドの初期状態にもよるが、連続プリントを重ねてヘッドの温度が上がると、吐出スピードも上昇するという現象が確認されている。従って、記録中にヘッドが昇温すればレジストレーションの適正值も変化する一方、プリントが終了して温度が通常に戻れば再び適正值も元に戻るが、ユーザーレジストレーションのみではこの変化に対応しきれない。この場合、予めヘッド温度と吐出スピードとの相関が取れていれば、初期の吐出スピード、現在のレジストレーションの調整値、およびその時々ヘッド温度によってレジストレーションをリアルタイムに実施していくことができる。

【0155】さらに、図23の吐出スピードのテーブルを、測定温度によって切り分けて作成しておけば、本実施形態で説明した複数のキャリッジスピードや、紙間についてもリアルタイムでの補正が有効となる。

【0156】これらに対応するためのより具体的な構成および処理については後述する。

【0157】以上、本実施形態ではレジストレーション単位を1画素とした場合について述べたが、本発明はこれに限ったものではない。半画素単位或いはそれ以上に高精細な単位での調整も図18および図19の調整パターンを用いることで判別可能であり、調整値が正確であるほど高画質の記録も期待できる。この場合の記録タイミングは、ヘッドのブロック分割駆動のために設定されたタイミングなど、本体の所有している他の用途のタイミングと連動させてもよい。

【0158】また、主に双方向レジストレーションの自動補正テーブルについて述べたが、本発明はその実施形態に限定されるものではない。偶奇レジストレーションについても、紙間、キャリッジスピードおよび吐出スピードが変わればその適切な調整値も変わるため、偶奇レジストレーションについても自動補正テーブルを持つことは有効である。

【0159】着荷時に降レジストレーションを行うタイミングをユーザー自身が判断するのは難しい。できれば、プリントを繰り返していくうちに画像品位が劣化する前に補正されるようにするのが好ましい。本実施形態では、プリンタドライバユーティリティのヘッドチェックパターンにて現状の調整確認ができるようになり、画像が劣化する前にレジストレーションの必要性の有無をユーザーが認識できるようにする。

【0160】図24はそのヘッドチェックパターンの一例を示す。「パターン1」は全6色の全ノズルを用い、1パスで記録される。ここでは全ノズルが正常に吐出を行っているかが確認できる。「パターン2」では現在設定されているユーザーレジストレーションの調整値を用

いて、図18で説明した偶奇レジストレーション用のパターンを2パス片方向で記録する。ここでは現在設定されている偶奇レジストレーションの調整値が適正であるかが判断できる。「パターン3」では現在設定されているユーザーレジストレーションの調整値を用いて、図19で説明した双方向レジストレーションパターンを4パス双方向で記録する。ここでは現在設定されている双方向レジストレーションの調整値が適正であるかが判断できる。

【0161】このチェックパターンでは、図17の全パターンよりも短時間で出力でき、かつ操作も簡単なものであるため、ユーザーはヘッドH1001の状況を頻繁にチェックできる。

【0162】また上述の実施形態では、パターンが判別し難いとしてイエローのみ除外し、実際のパターン出力はBK, C, M, LC, LMの5色としたが、LC, LMの染料濃度によってはこれらのインク色も判別しにくい場合もある。この場合には、BK, C, Mのみ実際のユーザーレジストレーションを行い、LC, LMはYと同様にそれぞれ同一のチップに乗っている色のものと同じ値を用いればよい。すなわち、LCについてはBK, LMについてはCの値をそれぞれ図16(a)のステップS2205の段階でドライバから本体に入力すればよいのである。

【0163】以上説明してきた様に本実施形態によれば、図11で示した各色2列構成の高解像記録ヘッドを用いながら、偶数ノズルと奇数ノズルのレジストレーションおよび双方向レジストレーションの操作を、ユーザーが適宜起動して高精度に調整可能とした機構を設けることにより、着荷時から定期的に高画質な画像を維持することが可能となった。

#### 【0164】10. 第2の実施形態

次に本発明の第2実施形態を説明する。この実施形態は、従来例で述べたインターレース記録を行って双方向プリントを実施する場合のレジストレーション機構に係るものである。

【0165】図29を例として前述したように、インターレースの双方向記録については、往復のスキャン間でドット形成位置がずれていると、第1実施形態の偶数列および奇数列間ノズルのドット位置ずれと同様の弊害が起る。

【0166】よって、本実施形態では双方向レジストレーション用のパターンとして、第1実施形態では偶奇レジストレーション用として示したパターン図18を適用する。しかし双方向レジストレーションであるため、最も判別しやすいブラックのプリントを行えば足りる。

【0167】双方向のドット形成位置ずれが生じた場合は、図18(b)および(c)と同様になる。パターン記録方法は実記録時と同様でよいが、1つのラスタを別方向のスキャンに分割する記録は行わない。このように

すれば、実際に記録される実画像の弊害と同様な状況でレジストレーション用パターン記録をできるので、調整後の実記録の信頼性も高いものとなる。

【0168】双方向レジストレーション用のパターンとして、インターレース記録に限定されるものではないが正規ディザを用いる方法が既に特開平11-48587号に開示されている。これによると、「正規ディザパターンを用いれば、主走査方向および副走査方向に規則正しくドットが並んでいるため、適正な記録タイミングでは濃淡むらのない様な状態として目視される。記録タイミングがずれている場合にはドットの間隔がずれ、濃淡ムラが生じる」と明記されている。確かに、正規ディザ（マトリクスを用いる組織的ディザ）では元の画像が完全に周期的になっているので、ずれた場合はパターン内の空間周波数も変化する。しかし、パターン全体が同様に変化するので、非一様性が感知されるというよりは全体的な濃度低減、あるいは規則的な濃淡の繰り返しが感知される等の現象が生じ、また基本的にディザパターンの周期はかなり高周波であるので、目視判断が困難であることが多い。これに対し、本実施形態で用いる図18のパターンは、誤差拡散法等の条件付き手法を用いて2値化した一様パターンである。ブルーノイズ特性を持っており、ラスタ間のレジズレに対し空間周波数がかなり敏感であるということの特徴としている。よって、組織ディザ法のように空間周波数が一律ではないものの、全体が高周波領域であることを特徴としているので、偶数ラスタのレイヤーと奇数ラスタのレイヤーがわずかにずれるだけで、画像全体の空間周波数分布が全く変わり、ざらついた状態になってしまうのである。

【0169】本実施形態によれば、インターレース構成の記録法を双方向で行いながら、各ラスタ間のレジストレーションを、ユーザーが適宜起動して高精度に調整可能とした機構を設けることにより、着荷時から定常的に高画質な画像を維持することが可能となった。

【0170】なお本実施形態では、毎回9画素ずつの一定量の紙送りを行うようにすることができるが、本実施形態の効果はこれに限られるものではない。図29に見るように、ノズルの配列ピッチよりも細かいピッチの画像を、複数の記録走査で完成させているインターレース構成であれば本実施形態の適用は有効である。また、本実施形態においても第1実施形態と同様、上記方法で調整した値に対し、紙間、キャリッジスピード、吐出スピードのそれぞれの組み合わせに応じた自動補正テーブルを具備することは有効である。

#### 【0171】11. 第3の実施形態

次に本発明の第3実施形態を説明する。ここでは第1実施形態と同様、低解像度のノズル列を複数配列した場合について説明する。

【0172】図25は本実施形態で用いるマルチノズル構成を示す。ここでは600dpiピッチ（約42μm

ピッチ）で128個の吐出口を有するノズル列を、互いに約10.5μmずらして4列（計512ノズル）配列し、1色当たり2400dpiの解像度としたものである。更にこれらノズル列群を4色分、図のように並列させ、すべて一体化された計16列のノズル群にて2400dpiの4色記録を実現している。この構成で、4つの列間の吐出タイミングを調整し、2400dpiの記録解像度を実現している。

【0173】本実施形態においても第1実施形態と同様に、各ノズル列の着弾ずれによる画像弊害が考えられる。但し、本実施形態では偶数列と奇数列との関係のみでなく、第1列（第1ラスタ～第4n+1ラスタの記録に参与するノズル列）から第4列（第4ラスタ～第4n+4ラスタの記録に参与するノズル列）までそれぞれについての調整が必要となる。本実施形態もユーザーレジストレーション用のパターンとして第1実施形態と同様のものを用いるが、記録解像度が2400dpiであるので、これに相当した各画素に対し25%データを与えて得られた画像となる。

【0174】図26はドット形成位置がずれた場合のパターン記録状態を示す。同図（a）は4種類のノズル列から吐出されたインクが全て正しい位置に着弾された状態を示している。同図（b）は第2列で記録された第2ラスタのみが他に対して1画素ずれた状態を示している。同図（c）は同じく第2ラスタのみ2画素ずれた状態を示している。さらに同図（d）は第2ラスタが1画素、第3ラスタがこれと反対方向に1画素ずれた場合を示している。図（b）～（d）から明らかなように、ドット形成位置がずれていない同図（a）に比べ、他のパターンは著しくざらつき感が増している。

【0175】本発明で用いた条件付決定法によって2値化されたパターンでは、このように調整するべき条件（ラスタ）が数多く存在する場合でも、多少ずれている場合と全くずれていない場合とを、明確に判別できる所にその特徴がある。複数の条件が入り交じった1つのパターンでありながら、すべての条件がそろったときのみその本来の滑らかさを発揮できるのである。よって、条件が上記実施形態のように2種類であろうと、本実施形態の如く4種類であろうと、記録するべきパターンエリアは同一である。

【0176】本実施形態によれば、図25で示した4列構成の高解像記録ヘッドを用いながら、各ノズル列のレジストレーションの操作を、ユーザーが適宜起動して高精度に調整可能とした機構を設けることにより、着荷時から定常的に高画質な画像を維持することが可能となった。

#### 【0177】12. 変動要因に対応したレジストレーション

前述のように、偶奇レジストレーションに関しては、記録ヘッドの個体差および環境やプリント履歴などにより



記録ヘッドの状況に依存するが、双方向レジストレーションについてはむしろプリンタ本体のキャリッジエンコーダE0004や、キャリッジM4001とプリント媒体の被記録面を規制するための部材（プラテン）との距離など、本体特性に依存することが多い。よって、上述の第1の実施形態では、基本的に、偶奇レジストレーションの調整値については記録ヘッドH1001の適宜の部位に設けられるEEPROM等の不揮発性メモリに、双方向レジストレーションの調整値については本体の適宜の部位に設けられるEEPROM等の不揮発性メモリに、それぞれの出荷時に格納されているものとした。

【0178】しかし、上述した構成のプリンタにおいては、写真画像なども高画質で出力することにも対応するため、モードに応じて2つのキャリッジスピードの選択を可能とした。また、厚紙や封筒などの記録媒体にも対応するため、紙間も2段階に調整できる機構を有するものとした。そのために、偶奇レジストレーションにおいても、双方向レジストレーションにおいても、上記のキャリッジスピードや紙間ポジション、さらには記録ヘッドH1001からのインクの吐出スピードや吐出角度などの条件によってその適切な調整値が変わることから、前述したように、これらの条件に基づいて自動的にレジストレーションを実施する機構を有するものとした。

【0179】すなわち、特に双方向記録にあたっては、画像が高解像になればなるほど着弾位置精度が厳しくなり、数 $\mu\text{m}$ のずれでさえ画像品位の低下が確認されてしまう。よって、上述したような双方向レジストレーションを行うことは強く好ましく、また一度調整した双方向レジストレーションに対し、記録時の状況に応じて自動的に適宜補正を行うことが好ましいのである。

【0180】さて、双方向レジストレーションの適正値には、本体のキャリッジスピードおよび紙間というプリンタ本体の個体差に起因した特性のほか、プリンタが備える上記モードに応じて、インクの吐出スピードおよび吐出角度という記録ヘッドの個体差に起因した特性も関わってくる。

【0181】上述では、封筒などの厚紙を通すために紙間ポジションを切り替えた場合や、プリント速度を優先させるモードでキャリッジスピードを上げた場合など、ユーザーが意識的に記録状態を切り替えた場合に対応して、双方向レジストレーションのための調整値を自動で変更する方法が採られている。

【0182】しかし、記録解像度を一層高め、これに伴って着弾位置精度がさらに厳しくなると、キャリッジスピードや紙間などについてのプリンタ本体の公差、あるいはインク吐出スピードや吐出角度などについての記録ヘッド個体差による影響も無視できなくなってくる。さらに、吐出スピードや吐出角度は、プリント動作の状態に応じて、また経時的にも変化するものであり、厳密に

はこの変化に対応した補正を行うことが強く望ましい。

【0183】そこで、以下においては、これらプリンタ本体の公差や記録ヘッドの個体差、さらにはプリント動作の状態に応じた変化や経時変化など、画像品位に悪影響を及ぼし得る変動要因に対応して、正確かつリアルタイムに双方向レジストレーション用調整値を得るための実施形態について説明する。

#### 【0184】12.1 公差に対応した双方向レジストレーション用調整値の設定

公差に対応した双方向レジストレーション処理を行うための本実施形態で用いる記録ヘッドは図11と同様の構成を有するものであり、各色のノズル配列方向（副走査方向）には1200dpiの記録を実現するものとする。しかし、本実施形態では、主走査方向へは更にその倍の2400dpiの記録を行うものとする。また、実際に入力されるデータの解像度は最高で600dpiであり、記録時には主走査方向4画素×副走査方向2画素＝8画素により1つのデータを記録するものとする。各入力データの階調は9段階であり、記録時には4×2の画素領域で9段階の階調が表現されるように、予め各階調に対するドット配列が4×2の画素領域内で定められている。

【0185】本実施形態の主眼は、このような高解像度記録に対応する双方向レジストレーションを行うための調整機構に関するものである。双方向レジストレーションに対しては、上述の通り本体のキャリッジスピードおよび紙間というプリンタ本体の特性に依存する要因のほか、インクの吐出スピードおよび吐出角度という記録ヘッドの特性に依存する要因も影響する。本実施形態では主走査方向には2400dpiの解像度をもつので、双方向レジストレーション処理のための調整も2400dpiの1画素単位で可能としている。

【0186】図30はプリンタ本体の紙間公差の最大値、中心値および最小値それぞれに対する吐出スピードとレジストレーション用調整値との関係の一例を示す。ここでの横軸（吐出スピード）とは、吐出口からインクが吐出される際の、紙面に対し垂直な成分速度を示しており、単位はm/秒である。縦軸はレジストレーション用調整値を示している。

【0187】ここで、双方向記録を行っている場合、往路と復路とでキャリッジM4001が同位置にあるときに吐出を行うと、キャリッジ走査速度の慣性が働き、紙面上の着弾位置は数画素ずれた位置になる。そこで一般に双方向記録の場合は、予め紙面上で着弾位置が一致するように往路と復路との吐出タイミングを調整している。図30ではその調整値が縦軸に示されている。単位は2400dpiの1画素である。このレジストレーション用調整値はインクの吐出スピードのほか、吐出口からプリント媒体表面までの距離にも影響を受ける。

【0188】本実施形態で用いるプリンタ本体の紙間公

差を $1.4 \pm 0.2 \text{ mm}$ 、通常用いる記録媒体の厚みをおよそ $100 \mu\text{m}$ とすると、吐出口からプリント媒体表面までの距離は $1.3 \pm 0.2 \text{ mm}$ となる。図では紙間の最小値( $1.2 \text{ mm}$ )、中心値( $1.4 \text{ mm}$ )および最大値( $1.6 \text{ mm}$ )に対応した曲線をそれぞれ示している。

【0189】この図から明らかなように、例えば $13 \text{ m/s}$ の均一なインク吐出スピードが得られていても、紙間の公差内ではレジストレーション用調整値が $\pm 2$ 画素ずれている。本発明者らの実験によると、本実施形態で用いたプリンタの場合、およそ $20 \mu\text{m}$ (2画素)のずれが生じると画像品位の低下が確認された。よって紙間が公差内であっても、実際に高品位の画像形成を行うためにはレジストレーション処理を実施することが強く望ましいのである。

【0190】一方、記録ヘッドから吐出されるインクの吐出スピードを本実施形態では $13 \pm 3 \text{ m/s}$ とする。この場合にも、例えば $1.4 \text{ mm}$ の均一な紙間を得られていても、吐出スピードの公差内ではレジストレーション用調整値が $\pm 2 \sim 3$ 画素もずれることになる。よって、実際に高品位の画像形成を行うためには、この要因をも考慮してレジストレーション処理を実施することが強く望ましい。

【0191】このように定義すると、プリンタ本体と記録ヘッドとの組み合わせによっては、初期の段階でも双方向レジストレーション用調整値が大きく異なり得ることがわかる。例えば、紙間公差が最小値のプリンタに吐出スピード公差が最大値である記録ヘッドが組み合わされた場合と、紙間公差が最大値のプリンタに吐出スピード公差が最小値である記録ヘッドが組み合わされた場合とでは、これらの間の調整値の差は10画素分にもなる。

【0192】本実施形態のプリンタのように、記録ヘッドが着脱可能なカートリッジ形態を有しており、記録ヘッドとプリンタ本体とがユーザーによって組み合わせられる構成では、カートリッジ装着時点でユーザーレジストレーション処理を行ってもらうことも一法である。しかし、ユーザーレジストレーション処理は、ユーザーに負担をかけ、またプリンタ入手直後の未習熟の状態では必ずしも正確な調整が行われるとは限らない。

【0193】よって、プリンタ本体ないし記録ヘッドの着荷後の初期使用時には既にレジストレーションが行われた状態となっていることが本来的に望ましい。

【0194】このために、本実施形態では、双方向レジストレーションに影響する要因を本体側のものと記録ヘッド側のものとに分類し、本体側の要因に関わる紙間などは本体側の記憶手段に、記録ヘッド側の要因に関わる吐出スピードなどは記録ヘッド側の記憶手段にそれぞれ格納しておく。これらは双方に記憶されることで初めて有効となる。もし、記録ヘッド側の記憶手段のみに吐出スピードが記憶されており、本体側には何も記憶されて

いなかった場合には、例えば吐出スピードについて中心値の $13 \text{ m/s}$ が得られていたとしても、紙間の公差によって6画素ものずれが生じ得るからである(図30)。逆に、本体側の記憶手段のみに紙間が記憶されていた場合にも、吐出スピードの公差によって同程度のずれが生じるからである。

【0195】本実施形態では、プリンタ本体および記録ヘッドのそれぞれに記憶手段としてEEPROMなどの不揮発性のメモリを持ち、紙間および吐出スピードに関する情報をそれぞれ予め格納しておき、プリンタ本体ないし記録ヘッドの着荷後の記録ヘッドの装着時にレジストレーション処理を行うようにすることができる。このためには、例えば図16(b)と同様の構成を用いることができる。

【0196】すなわち、記録ヘッドの吐出スピードの公差が $13 \pm 3 \text{ m/s}$ であるとき、これを $1 \text{ m/s}$ おきに例えば「01」～「07」として符号化し、個々の記録ヘッドのEEPROM200にその記録ヘッドの固有値として記憶しておく。また紙間の公差が $1.4 \pm 2 \text{ mm}$ であるとき、これを例えば3段階に「01」～「03」として符号化し、個々のプリンタ本体のEEPROM100にそのプリンタの固有値として記憶しておく。

【0197】図31はプリンタ本体側および記録ヘッド側の情報に基づくレジストレーション用調整値決定処理手順の一例を示す。この処理は、例えば図10の処理手順中、ステップS3の処理の一部として位置づけることができるものであり、キャリッジM4001に搭載されている記録ヘッドが新たに装着されたものである場合に起動することができる。すなわち、例えばユーザーが記録ヘッドを本体キャリッジM4001に装着し電源を入れたとき、プリンタ本体のCPU(プリンタ制御部PRC)は記録ヘッド側のEEPROM200記憶されたデータを読み取り(ステップS3001)、本体側のEEPROM100に展開されたテーブルを参照して(ステップS3003)、適切なレジストレーション用調整値を得ることができる(ステップS3005)。

【0198】図32は本体側のEEPROM100に格納されたレジストレーション用調整値テーブルであり、上記で得た吐出スピードと紙間とのそれぞれの情報より参照され、ここでレジストレーション用調整値が決定される。

【0199】例えば、吐出スピードが $11 \text{ m/s}$ の記録ヘッドと、紙間が $1.4 \text{ mm}$ であるプリンタ本体とが組み合わされた場合、記録ヘッドのEEPROMには「02」が、本体のEEPROMには「02」が記憶されている。電源オン時には双方の組み合わせよりレジストレーション用調整値テーブル(図32)が参照され、調整値である「11画素」が決定される。このようにして、着荷後の初期使用時にも特にユーザーの手を煩わせることなく、適切にレジストレーション処理がなされた

画像を得ることができる。

【0200】以上説明したように、本実施形態によれば、記録ヘッドのEEPROMにインクドロップの吐出スピードを、本体のEEPROMに紙間の値を記憶させておくことで、ユーザー元着荷時にユーザーの手を煩わせることなく、双方向レジストレーションの調整された高品位な画像を得ることができる。

## 12.2 記録ヘッド温度変化に対応した双方向レジストレーション用調整値の設定

次に、プリント中の昇温に対応して自動的に双方向レジストレーション処理を行うための実施形態について説明する。

【0201】図30について説明したように、レジストレーション用調整値は吐出スピードによって異なる。しかし、この吐出スピードは個々の記録ヘッドのバラツキのみならず、実際にはプリント動作を連続して行った場合の記録ヘッドの昇温によっても変化することが確認されている。

【0202】図33はその状態を示す。横軸は記録ヘッド温度(℃)、縦軸は各温度に対する吐出スピード(m/s)を示す。本発明者らが複数個の記録ヘッドに対して行った実験によると、プリント媒体数ページ分を連続プリントすることによって記録ヘッドが徐々に昇温していくことが確認された。例えばA4サイズのプリント媒体を用いた場合、ある程度デューティの高い画像(吐出回数の多い画像)では4〜5枚ほどで45℃程度まで記録ヘッド温度が上昇する。このような場合、図33に示すように温度によってそれぞれの吐出スピードが変わって行く。例えば、常温(25℃)で吐出スピードが13m/sであった記録ヘッドについては、45℃まで昇温すると吐出スピードは15m/sになる。これを図30に当てはめれば、レジストレーション用調整値が1〜2画素変化していることになる。よって、上述の実施形態のように記録ヘッドとプリンタ本体とのそれぞれにメモリを設けて着荷後の初期使用時における画像が保証できたとしても、印刷を4〜5枚連続させることで画像品位の低下が確認されてしまうことになりかねない。

【0203】そこで、本実施形態では上述の実施形態に対し更にレジストレーションを昇温時においても保証するために、記録ヘッド温度に対応してレジストレーション用調整値のテーブルを参照するための指針となるテーブルをプリンタ本体に有する構成を採用する。

【0204】図34はそのテーブルの一例を示し、プリンタ本体のメモリ(EEPROM100)に格納されているものとして行うことができる。これは、記録ヘッド側のEEPROM200に書かれた常温での吐出スピード(初期吐出スピード)が、気温などの環境温度や連続プリントによってどのように変化するかを記号化して格納したテーブルである。

【0205】例えば、初期の吐出スピードが12m/s

である記録ヘッドが、紙間が1.4mmのプリンタ本体にユーザーによって装着され、プリント動作が行われるものとする。第1ページのプリント開始前、本体側のCPU(プリンタ制御部PRC)は記録ヘッドの温度を検知する。記録ヘッドの温度が20〜30℃の間であれば、図34のテーブルより吐出スピード「03」(12m/s)を得、これに基づいて図32のテーブルの紙間「02」(中心値)の欄を参照し、レジストレーション用調整値「10」を得る。そしてこの値に従って1ページ分の記録を完成させる。次ページのプリント前にも、再度記録ヘッド温度を検知する。再び20〜30℃であれば、レジストレーション用調整値を「10」のままとし、1ページ分の記録を完成させる。

【0206】このような数ページ分のプリントを繰り返した後、ある時点で30〜40℃を検知したとする。このときは図34のテーブルにより吐出スピード「04」(13m/s)を取得する。そこで改めて図32のテーブルを参照し、レジストレーション用調整値「9」を得る。そして次ページはこの調整値に従って画像を完成させる。

【0207】このように各ページのプリント開始前に記録ヘッド温度を検知し、ページ毎にレジストレーション用調整値を自動的に確認調整することにより、プリント中の温度変化による画像品位の低下を極力防止することができる。

【0208】なお、以上は上記実施形態で説明した着荷時におけるレジストレーション用自動調整に対する補正を毎ページに行うものとして説明したが、本実施形態はこれに限ったものではない。

【0209】図17について説明したユーザーの判断によって行うレジストレーション処理(ユーザーレジストレーション)に対して、温度変化に伴う補正を行うようにしてもよい。以下に本実施形態でのユーザーレジストレーションを説明する。

【0210】本実施形態でのユーザーレジストレーションも図16(b)と同様の構成を用い、図16(a)について説明したのと同様の処理手順にて行うことができる。

【0211】すなわち、ユーザーは、ホスト装置HOST側のプリンタドライバPDのユーティリティより、入力・表示手段CNSLを用いてレジストレーションモードを選択する(ステップS2201)。そしてプリンタ本体に用紙をセットし、プリントをスタートさせる(ステップS2202)。これに応じてプリンタ制御部PRCは記録ヘッドH1001の駆動部HDに所定のデータを送り、レジストレーションのためのパターン(図17)を形成させる(ステップS2203)。そしてこのパターンを目視判断することにより、ユーザーが調整値をホスト装置HOST上のプリンタ設定用の画面の所定エリアに入力する(ステップS2204)。そしてプ

リンドライバPDからのコマンドにてプリンタ制御部にレジストレーションデータを転送し(ステップS2205)、これに応じて上記データが記録装置本体内のEEPROM100に記憶される(ステップS2206)。

【0212】図35は本実施形態のユーザーレジストレーションで出力するパターンを示す。図中のA列～E列は記録ヘッドH1001の各色の偶奇レジストレーションのためのパターンであり、形成態様および種類等については図17において説明したものと同様である。図35のF列は、本実施形態における双方向レジ調整パターンである。本実施形態のパターンFについても形成態様については図17と同様であるが、本実施形態ではレジストレーション用調整の範囲を、左に添えられた調整値で示すとおり、“+5”～“-5”の範囲としてある。また、双方向レジストレーション用パターンの“0”(デフォルト)値は図32について説明した実施形態に従って取得した値で記録する。

【0213】“+5”から“-5”に対応するそれぞれのパターンは、図17の場合と同様、往路プリント時の吐出タイミングは固定のままで、復路プリント時の吐出タイミングを1画素ずつずらして記録している。そして、全ての双方向レジストレーション用のパターンは4パス双方向プリントにて記録される。4パスの分割記録にしたのは、ノズルばらつき等の要因でパターンの滑らかさを損なわないようにするためである。

【0214】双方向レジストレーション用パターンおよび記録方法についても、図19(a)および(b)を参照して説明したのと同様である。すなわち、本実施形態の一連の調整でも同時に偶奇レジストレーションも行うので、偶数ラスタのみにデータが存在するようにして、パターンには偶数および奇数列間のドット形成位置ずれの影響が現れないようにする。また、各偶数ラスタは、隣接ドットとの重なりが生じない限界の画素ピッチ(距離)である1ドットおきに記録し、僅かなドット形成位置ずれに対して記録画像を敏感に反応させるようにする。

【0215】さらに、本実施形態でも1つのラスタについて4回の記録走査で画像を完成させる。このとき1パス目および3パス目は往方向走査、2パス目および4パス目は復方向走査にてプリントする。図19(a)のように16画素幅ずつ往路記録領域と復路記録領域とが交互に配置され、それぞれの領域は1パスおよび3パス(あるいは2パスおよび4パス)の2つパスで分割記録される。

【0216】そして、双方向のドット位置ずれが生じた場合、図19(b)のように往路記録領域と復路記録領域との境界部で黒スジあるいは白スジが発生する。実際には各記録領域の幅は336 $\mu$ m程度であるので、目視では縦方向の白スジが横方向へ規則的に配列した濃淡む

らとして確認される。ユーザーは、白スジの最も少ないようなパターンを選択することができる。

【0217】以上説明したようなユーザーレジストレーションは、ユーザーが適宜調整を必要と判断したときに行うことができる。しかし、連続プリントの昇温によって起こる着弾位置の変化などリアルタイムで刻々と変化してしまうものに対しては調整が追いつかない場合がある。このような場合でも先に説明した図34のテーブルを用い、レジストレーション用調整値をページ毎に変化させれば常に良好な画像を得ることができる。

【0218】以上説明した本実施形態によれば、常温でのレジストレーション用調整値に対し、記録ヘッド温度によって変化するインクの吐出スピードを推測し、プリント中のレジストレーション用調整値に随時補正をかけることにより、常に良好な画像を得ることができるようになる。

【0219】12.3 駆動周波数の変化に対応した双方向レジストレーション

本実施形態を適用するプリンタは、用途および状況に応じて3つのキャリッジスピードが具備されているものとする。通常の高画質対応のキャリッジスピードモード(HQ1)と、記録ヘッドの昇温状態によって切り替わるHQ1よりもやや遅いキャリッジスピード(HQ2)、更に高速で記録走査するキャリッジスピードモード(HS)とである。通常はキャリッジスピードHQ1でプリントされるが、連続プリントなどで画像に弊害が出るほど記録ヘッドが昇温した場合にキャリッジスピードHQ2が適用される。記録ヘッドが所定の温度以上になるとインクドロップの吐出状態が不安定になるので、画像品位を安定させるために駆動周波数を適切な値まで低減させるのである。本実施形態で用いる記録ヘッドは通常プリント(キャリッジスピードHQ1)時に25KHzの駆動周波数で吐出動作を行い、キャリッジスピードは20.8inch/sとなる。ページ毎に記録ヘッド温度を検知し、45℃以上になると、次ページから駆動周波数を20KHzにして記録する。このとき、キャリッジスピードは16.7inch/sとなる。

【0220】HSモードは特に急いでプリントしたい場合に、ユーザーがモードを指定することで適用される。この場合のキャリッジスピードは29.2inch/sとなっている。

【0221】また、本実施形態のプリンタは、厚紙や封筒などの記録媒体にも対応するため、紙間も大きく2段階に調整できる機構を有し、通常プリントでの標準ポジションと厚紙用の厚紙ポジションとの2つの設定が可能である。紙間はユーザーが紙間調整レバーM2015を操作することにより調整されるが、現在の紙間が厚紙ポジションであるか、標準ポジションであるかを検知するGAPセンサ(紙間センサ)E0008が装備されており、本体は常に現状のポジションにあった記録制御を行

うことができる。

【0222】図36は吐出スピードに対するそれぞれの設定による双方向レジストレーション用調整値のカーブを示す。これをテーブル化したものが図37である。本実施形態も上述の実施形態と同様に、初期の吐出スピードと記録ヘッド温度とからその時々々の吐出スピードを推測する。さらに、図37のテーブルにてヘッド駆動周波数に応じたレジストレーション用調整値を選択する。

【0223】例えば初期の吐出スピードが $13\text{ m/s}$ の記録ヘッドの場合、記録ヘッドH1001のEEPROM200には「04」と記載されている。当初記録ヘッド温度が $25^{\circ}\text{C}$ 程度であれば、図34のテーブルより吐出スピード $13\text{ m/s}$ を得る。記録ヘッド温度 $25^{\circ}\text{C}$ では駆動周波数は $25\text{ KHz}$ であるので、図37よりレジストレーション用調整値は「9」となり、この値を用いて最初のページを記録する。

【0224】連続して記録するうちに、記録ヘッド温度は徐々に上昇していく。3枚目のプリント開始前、記録ヘッド温度が $35^{\circ}\text{C}$ であったとする。このとき、図34のテーブルより吐出スピード「05」（ $14\text{ m/s}$ ）を得る。本実施形態の駆動周波数は $45^{\circ}\text{C}$ を境界に $20\text{ KHz}$ と $25\text{ KHz}$ とに切り替えられ、 $35^{\circ}\text{C}$ では $25\text{ KHz}$ である。よって図37のテーブルを参照すればレジストレーション用調整値は「9」となり、3枚目はこの値を用いて記録される。

【0225】さて、5ページ目のプリントを行おうとする際に記録ヘッド温度 $47^{\circ}\text{C}$ を検出したとする。上述と同様にまず図34のテーブルにて吐出スピードを換算し、「06」（ $15\text{ m/s}$ ）を得る。 $45^{\circ}\text{C}$ 以上は $20\text{ KHz}$ の駆動周波数となるので、図37のテーブルに対し $20\text{ KHz}$ の欄を参照する。これによりレジストレーション用調整値「6」を得ることになる。

【0226】本実施形態ではこのように、各ページ頭で記録ヘッド温度を検知し、初期の吐出データと記録ヘッド温度とのマトリクスから、そのときの吐出スピードを得る。さらに検出した記録ヘッド温度により、そのページでの駆動周波数を決定し、決定された駆動周波数と先に算出した吐出スピードとにより、最終的なレジストレーション用調整値を得るのである。

【0227】このようにすれば、初期設定やユーザーレジストレーションでは調整困難な、温度変化に伴うレジストレーションのずれにもリアルタイムで対応できるといふ上述の実施形態と同様の効果を得られるとともに、連続プリントの温度変化などで記録ヘッドに負担をかけることなく、安定した画像を得ることができる。

【0228】なお、本実施形態においては、説明を簡単にするため、上述の実施形態で考慮した紙間公差についてのテーブルを用いた調整については触れなかったが、これを適用してもよいのは勿論である。駆動周波数ごとに紙間の大、中、小を分けてテーブル化しておけば同様

の効果が得られる。以上、この項において3つの実施形態について説明したように、記録装置本体にはその個体差に関わるドット形成位置情報を格納する記憶手段を、また記録ヘッドにもその個体差に関わるドット形成位置情報を格納する記憶手段を設け、記録ヘッドを記録装置本体に装着して画像形成する際に双方の記憶手段の内容を参照してドット形成位置調整を行うための情報を決定するようにしたことにより、紙間や吐出スピードなどの公差に起因したばらつきを適切に補正することが可能になった。また、双方向レジストレーションに関して、検出された記録ヘッド温度に応じて記録ヘッドから吐出されるインクの吐出スピードを予測し、当該予測された吐出スピードに対応してプリント媒体上のプリント位置調整を行うための情報を決定するようにしたことにより、プリント動作の状態に起因した変化に対しても、リアルタイムに適切な調整値を得ることが可能となった。

【0229】13. その他

なお、本発明が有効に用いられるヘッドの一形態は、電気熱変換体が発生する熱エネルギーを利用して液体に膜沸騰を生じさせ気泡を形成する形態である。

【0230】また、上述の実施形態ではホストコンピュータHOST側のプリントドライバPDは作成された画像データをプリント装置に供給するものであるが、図17のようなレジストレーション用パターンデータのデータは記録装置側が具えるものでも、ホスト装置が供給するものでもよい。

【0231】上述実施形態の機能を実現するソフトウェアまたはプリントドライバのプログラムコードを、プリント装置を含む様々なデバイスが接続された機械またはシステム内のコンピュータに供給し、機械またはシステムのコンピュータに格納されたプログラムコードによって様々なデバイスを作動させることにより上述実施形態の機能を実現するようにしたプリントシステムも、本発明の範囲に含まれる。

【0232】この場合、プログラムコード自体が本発明の新規な機能を実現することになり、そのプログラムコード自体、および通信や記憶媒体などによりプログラムコードをコンピュータに供給する手段も、本発明の範囲に含まれる。

【0233】プログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フロッピー（登録商標）ディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROMなどを用いることができる。

【0234】また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼動しているOSなどが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって本実施形態の機能が実現される場合も含まれる。

【0235】さらに、記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書き込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって本実施形態の機能が実現される場合も含まれる。

【0236】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、主走査方向に複数の吐出口列を配列してなる構成の高解像記録が可能なヘッドを用いながら、あるいはインターレース構成の記録法を双方向で行いながら、各ラスタ間のレジストレーションの操作を、ユーザーが適宜起動して高精度に調整可能とした機構を設けることにより、着荷時から定常的に高画質な画像を維持することが可能となった。

【0237】また、ヘッドおよび記録装置本体の公差内のばらつきやプリント状況に応じて適切に、ひいてはリアルタイムにドット形成位置の調整値を設定できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態におけるインクジェットプリンタの外観構成を示す斜視図である。

【図2】図1に示すものの外装部材を取り外した状態を示す斜視図である。

【図3】本発明の実施形態に用いる記録ヘッドカートリッジを組立てた状態を示す斜視図である。

【図4】図3に示す記録ヘッドカートリッジを示す分解斜視図である。

【図5】図4に示した記録ヘッドを斜め下方から見た分解斜視図である。

【図6】本発明の実施形態におけるスキナカートリッジを示す斜視図である。

【図7】本発明の実施形態における電気的回路の全体構成を概略的に示すブロック図である。

【図8】図7に示したメインPCBの内部構成を示すブロック図である。

【図9】図8に示したASICの内部構成を示すブロック図である。

【図10】本発明の実施形態の動作を示すフローチャートである。

【図11】本発明の第1実施形態において採用した記録ヘッドのノズル配列を示す図である。

【図12】(a)～(c)はインクジェット記録が理想的に行なわれる状態を示す説明図である。

【図13】(a)～(c)はインクジェット記録において生じる濃度むら発生状態を示す説明図である。

【図14】(a)～(c)は図13において説明した濃度むらの発生を防止するためのマルチパスプリントの原

理を説明するための説明図である。

【図15】記録ヘッドに設けた不揮発性メモリ(EEPROM)に格納されるデータの一例を示すマップを示す図である。

【図16】(a)はユーザーレジストレーションの一連の処理の流れの一例を示すフローチャート、(b)は主としてその処理の過程におけるデータの流れを示すためにホスト装置および記録装置からなるシステムを模式的に表した図である。

【図17】図16(a)のユーザーレジストレーション処理の過程で出力されるパターンの一例を示す図である。

【図18】(a)～(c)は図17のパターンのうち偶奇レジストレーションに用いられるパターンを拡大して示す図であり、(a)は偶数ノズルによるインクドットと奇数ノズルによるインクドットとが正規の位置に記録されている状態、(b)は両者が1画素ずれた場合、(c)は2画素ずれた場合を示す図である。

【図19】(a)および(b)は図17のパターンのうち双方向レジストレーション用パターンを拡大して示すとともに記録方法を説明するための図であり、(a)は往走査記録によるインクドットと復走査記録によるインクドットとが正規の位置に記録されている状態、(b)は両者がずれた場合を示す図である。

【図20】記録装置本体に設けられるEEPROM内のレジストレーションの調整値の記憶領域を示すマップを示す図である。

【図21】(a)～(d)はキャリッジスピードおよび紙間を考慮した双方向レジストレーションのために用いる自動補正テーブルの例を示す図である。

【図22】ヘッドの吐出スピードのばらつきに応じた適切なレジストレーションテーブルの値の変化を説明するための図である。

【図23】図22に示す吐出スピードファクタを考慮した自動補正テーブルの例を示す図である。

【図24】レジストレーションの必要性の有無を判断するためのヘッドチェックパターンの一例を示す図である。

【図25】本発明の第3の実施形態で用いられる記録ヘッドのノズル配列を示す図である。

【図26】(a)～(d)は図25に示すヘッドを用いて形成したレジストレーション用パターンを拡大して示す図である。

【図27】シリアル型カラープリンタを簡略化して示す斜視図である。

【図28】(a)および(b)は、それぞれ、高解像度を実現するための記録ヘッドのノズル配列例を示す図およびその問題点を説明するための図である。

【図29】本発明の第2実施形態においても採用されるインターレース記録方法を説明するための模式図であ

る。

【図30】本発明の一実施形態に係り、プリンタ本体の紙間公差の最大値、中心値および最小値それぞれに対する記録ヘッドの吐出スピードとレジストレーション用調整値との関係の一例を示す説明図である。

【図31】プリンタ本体側および記録ヘッド側の情報に基づくレジストレーション用調整値決定処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図32】図30の関係をを用いたレジストレーション用調整値テーブルの一例を示す説明図である。

【図33】記録ヘッドの温度変化に伴う吐出スピードの変化を説明するための説明図である。

【図34】記録ヘッドの温度変化を加味したレジストレーション用調整値テーブルの一例を示す説明図である。

【図35】双方向レジストレーションに影響を及ぼすプリンタ本体およびヘッドの公差を加味して行われるユーザレジストレーション処理の過程で出力されるパターンの一例を示す図である。

【図36】異なる駆動周波数での吐出スピードに対する双方向レジストレーション用調整値の変化を説明するための説明図である。

【図37】図36の関係をを用いたレジストレーション用調整値テーブルの一例を示す説明図である。

#### 【符号の説明】

M1000	装置本体	M6103	保管箱キャップ
M1001	下ケース	M6104	保管箱パネ
M1002	上ケース	E0001	キャリッジモータ
M1003	アクセスカバー	E0002	LFモータ
M1004	排出トレイ	E0003	PGモータ
M2015	紙間調整レバー	E0004	エンコーダセンサ
M2003	排紙ローラ	E0005	エンコーダスケール
M3001	LFローラ	E0006	インクエンドセンサ
M3019	シャーシ	E0007	PEセンサ
M3022	自動給送部	E0008	GAPセンサ (紙間センサ)
M3029	搬送部	E0009	ASFセンサ
M3030	排出部	E0010	PGセンサ
M4001	キャリッジ	E0011	コンタクトFPC (フルシフトプリントケーブル)
M4002	キャリッジカバー	E0012	CRFFC (フルシフトケーブル)
M4007	ヘッドセットレバー	E0013	キャリッジ基板
M4021	キャリッジ軸	E0014	メイン基板
M5000	回復系ユニット	E0015	電源ユニット
M6000	スキャナ	E0016	パラレル I/F
M6001	スキャナホルダ	E0017	シリアル I/F
M6003	スキャナカバー	E0018	電源キー
M6004	スキャナコンタクトPCB	E0019	リジュームキー
M6005	スキャナ照明レンズ	E0020	LED
M6006	スキャナ読取レンズ1	E0021	ブザー
M6100	保管箱	E0022	カバーセンサ
M6101	保管箱ベース	E1001	CPU
M6102	保管箱カバー	E1002	OSC (CPU内蔵オシレータ)
		E1003	A/D (CPU内蔵A/Dコンバータ)
		E1004	ROM
		E1005	発振回路
		E1006	ASIC
		E1007	リセット回路
		E1008	CRモータドライバ
		E1009	LF/PGモータドライバ
		E1010	電源制御回路
		E1011	INKS (インクエンド検出信号)
		E1012	TH (サーミスタ温度検出信号)
		E1013	HSNS (ヘッド検出信号)
		E1014	制御バス
		E1015	RESET (リセット信号)
		E1016	RESUME (リジュームキー入力)
		E1017	POWER (電源キー入力)
		E1018	BUZ (ブザー信号)
		E1019	発振回路出力信号
		E1020	ENC (エンコーダ信号)
		E1021	ヘッド制御信号
		E1022	VHON (ヘッド電源ON信号)
		E1023	VMON (モータ電源ON信号)
		E1024	電源制御信号
		E1025	PES (PE検出信号)
		E1026	ASFS (ASF検出信号)

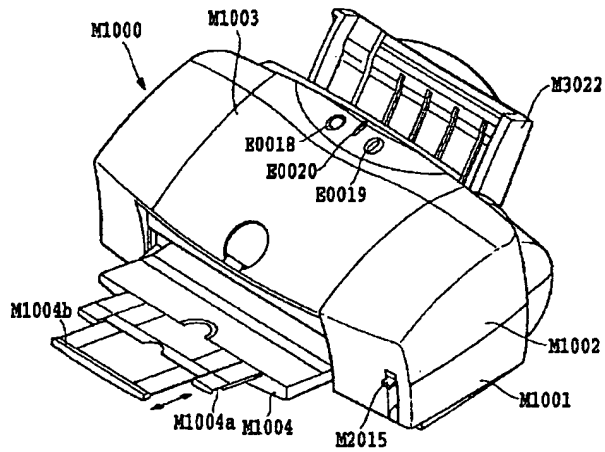
E1027	GAPS (GAP検出信号)	E2036	PIF受信データ
E0028	シリアルI/F信号	E2037	USB受信データ
E1029	シリアルI/Fケーブル	E2038	WDIF (受信データ/ラスタデータ)
E1030	パラレルI/F信号	E2039	受信バッファ制御部
E1031	パラレルI/Fケーブル	E2040	RDWK (受信バッファ読み出しデータ/ ラスタデータ)
E1032	PGS (PG検出信号)	E2041	WDWK (ワークバッファ書き込みデータ/ 記録コード)
E1033	PM制御信号 (パルスモータ制御信号)	E2042	WDWF (ワークフィルデータ)
E1034	PGモータ駆動信号	E2043	RDWP (ワークバッファ読み出しデータ/ 記録コード)
E1035	LFモータ駆動信号	E2044	WDWP (並べ替え記録コード)
E1036	CRモータ制御信号	E2045	RDHDG (記録展開用データ)
E1037	CRモータ駆動信号	E2047	WDHDG (カラムバッファ書き込みデータ/ 展開記録データ)
E0038	LED駆動信号	E2048	RDHD (カラムバッファ読み出しデータ/ 展開記録データ)
E1039	VH (ヘッド電源)	E2049	ヘッド駆動タイミング信号
E1040	VM (モータ電源)	E2050	データ展開タイミング信号
E1041	VDD (ロジック電源)	E2051	RDPM (パルスモータ駆動テーブル読み 出しデータ)
E1042	COVS (カバー検出信号)	E2052	センサ検出信号
E2001	CPU I/F	E2053	WDHD (取込みデータ)
E2002	PLL	E2054	RDAV (取込みバッファ読み出しデー タ)
E2003	DMA制御部	E2055	WDAV (データバッファ書き込みデータ/ 処理済データ)
E2004	DRAM制御部	E2056	RDYC (データバッファ読み出しデータ/ 処理済データ)
E2005	DRAM	E2057	WDYC (送出バッファ書き込みデータ/圧 縮データ)
E2006	1284 I/F	E2058	RDUSB (USB送信データ/圧縮デー タ)
E2007	USB I/F	E2059	RDPIF (1284送信データ)
E2008	受信制御部	H1000	記録ヘッドカートリッジ
E2009	圧縮・伸長DMA	H1001	記録ヘッド
E2010	受信バッファ	H1100	記録素子基板
E2011	ワークバッファ	H1100T	吐出口
E2012	ワークエリアDMA	H1200	第1のプレート
E2013	記録バッファ転送DMA	H1201	インク供給口
E2014	プリントバッファ	H1300	電気配線基板
E2015	記録データ展開DMA	H1301	外部信号入力端子
E2016	展開用データバッファ	H1400	第2のプレート
E2017	カラムバッファ	H1500	タンクホルダー
E2018	ヘッド制御部	H1501	インク流路
E2019	エンコード信号処理部	H1600	流路形成部材
E2020	CRモータ制御部	H1700	フィルター
E2021	LF/PGモータ制御部	H1800	シールゴム
E2022	センサ信号処理部	H1900	インクタンク
E2023	モータ制御バッファ	100	本体EEPROM
E2024	スキャナ取込みバッファ		
E2025	スキャナデータ処理DMA		
E2026	スキャナデータバッファ		
E2027	スキャナデータ圧縮DMA		
E2028	送出バッファ		
E2029	ポート制御部		
E2030	LED制御部		
E2031	CLK (クロック信号)		
E2032	PDWM (ソフト制御信号)		
E2033	PLLON (PLL制御信号)		
E2034	INT (割り込み信号)		



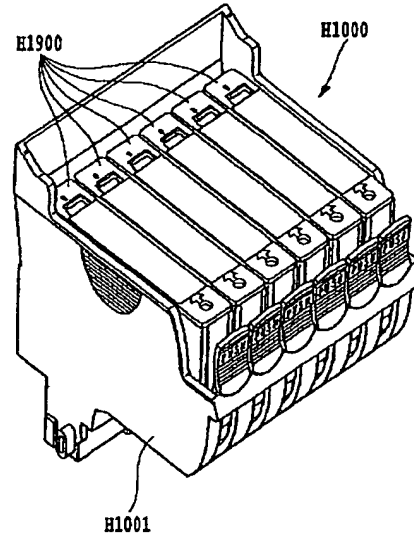
200 ヘッドEEPROM

HOST ホスト装置

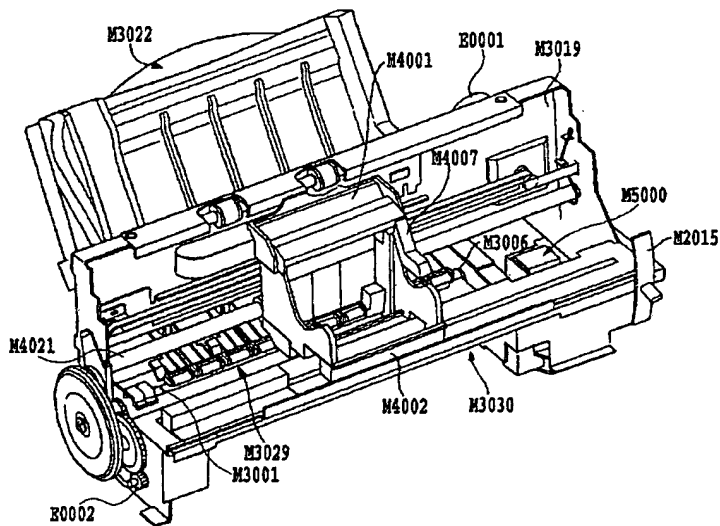
【図1】



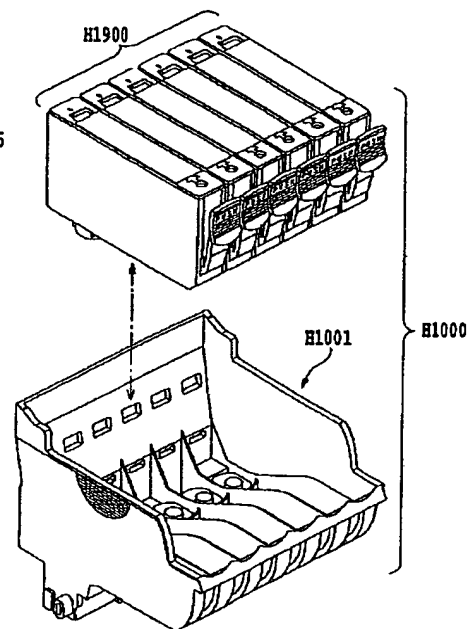
【図3】



【図2】



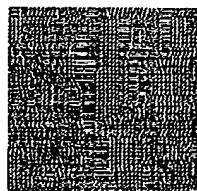
【図4】



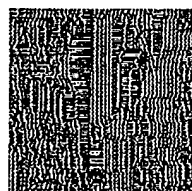
【図18】



(a)

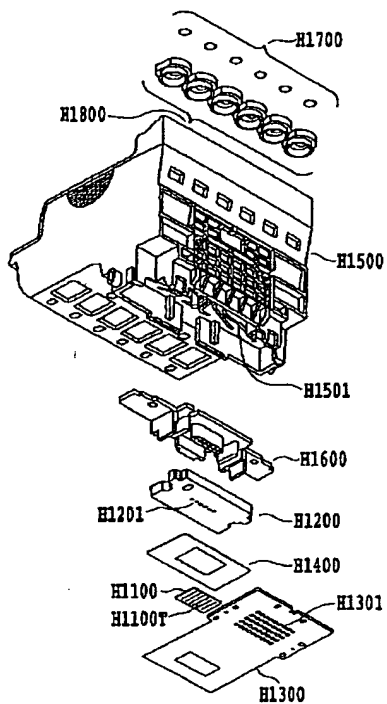


(b)

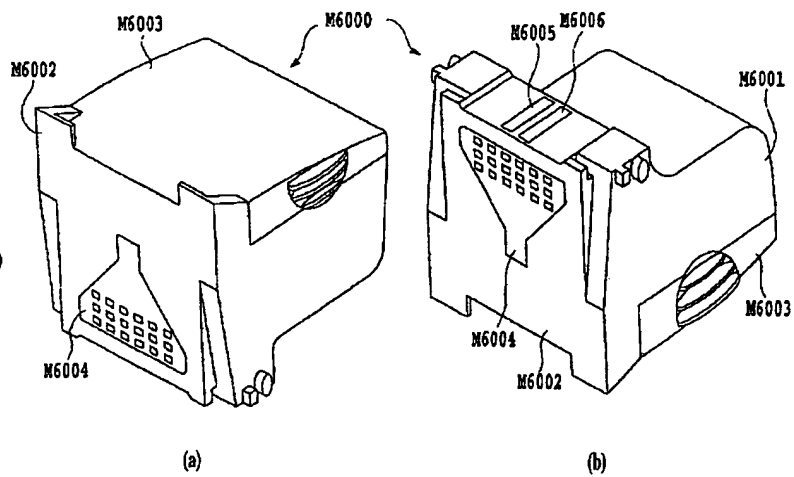


(c)

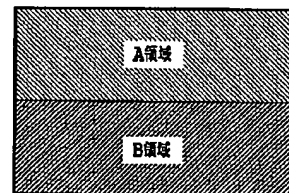
【図5】



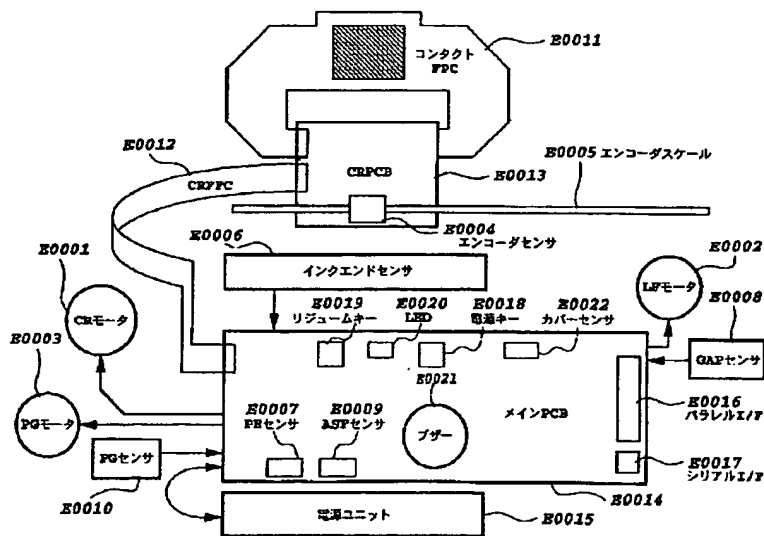
【図6】



【図20】



【図7】



【図21】

(a)

	HQ	HS
高画質 高解像度	3	4
高画質 低解像度	4	6

単位(pixel)

(b)

	HQ	HS
高画質 高解像度	3	6
高画質 低解像度	4	7

単位(pixel)

(c)

	HQ	HS
高画質 高解像度	3	6
高画質 低解像度	4	7

単位(pixel)

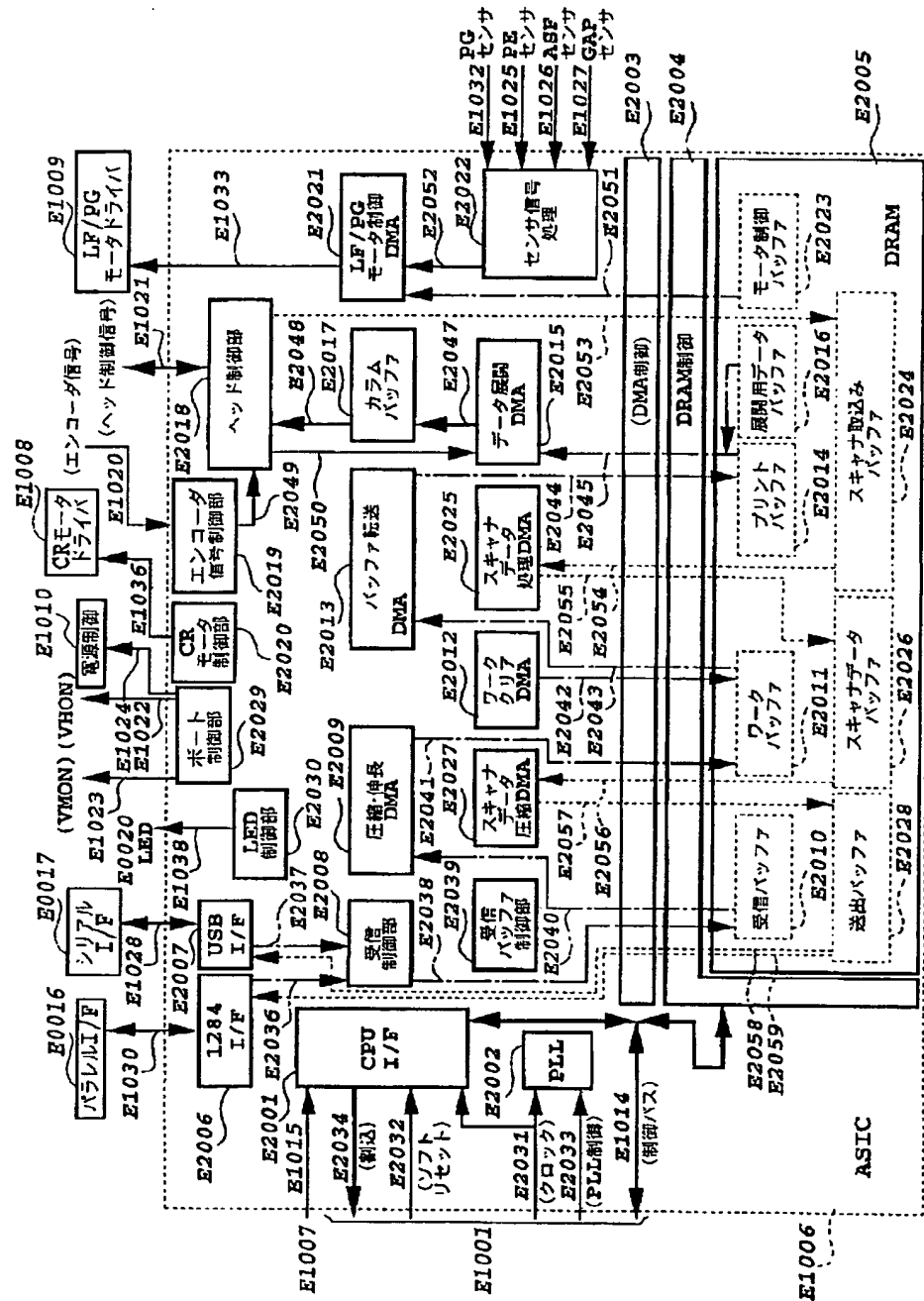
(d)

	HQ	HS
高画質 高解像度	3	6
高画質 低解像度	4	8

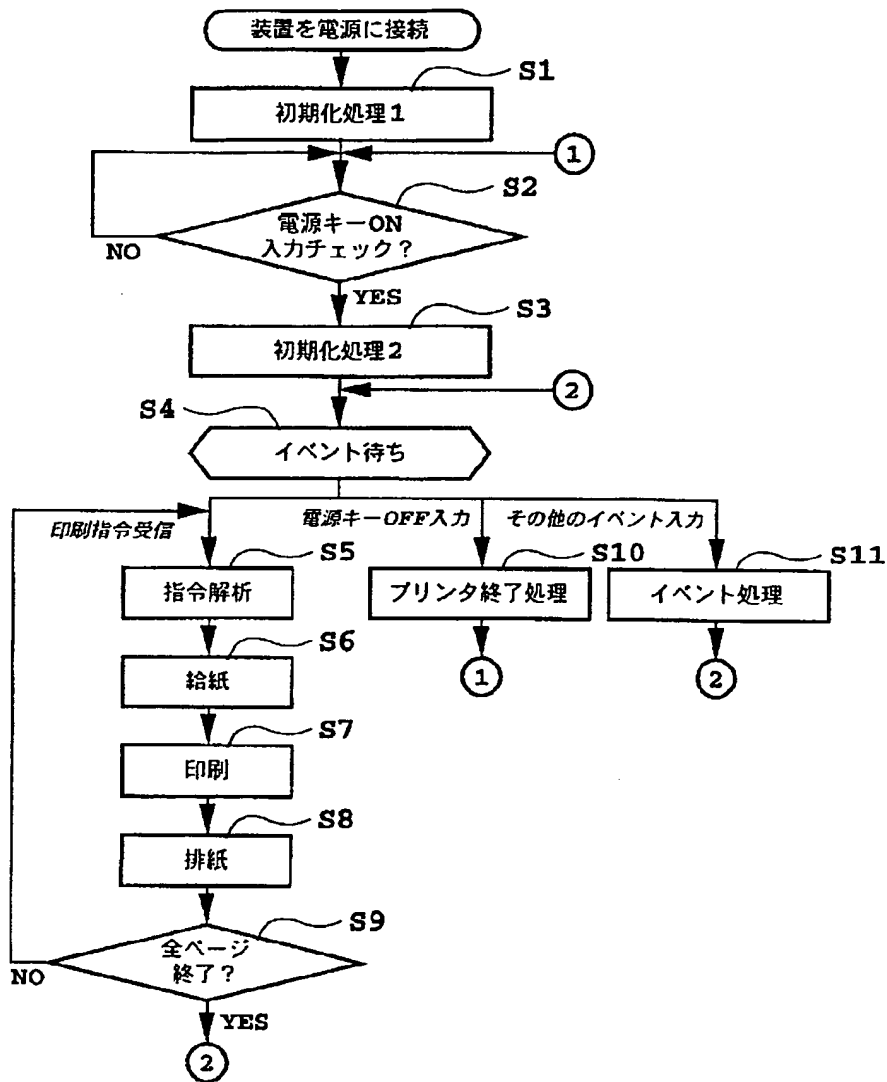
単位(pixel)



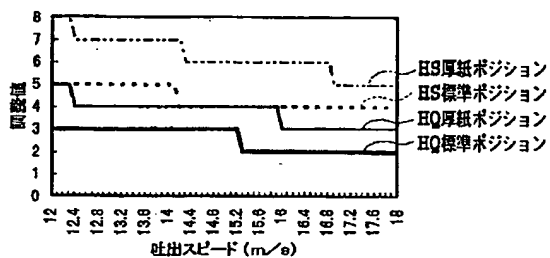
【図9】



【図10】



【図22】

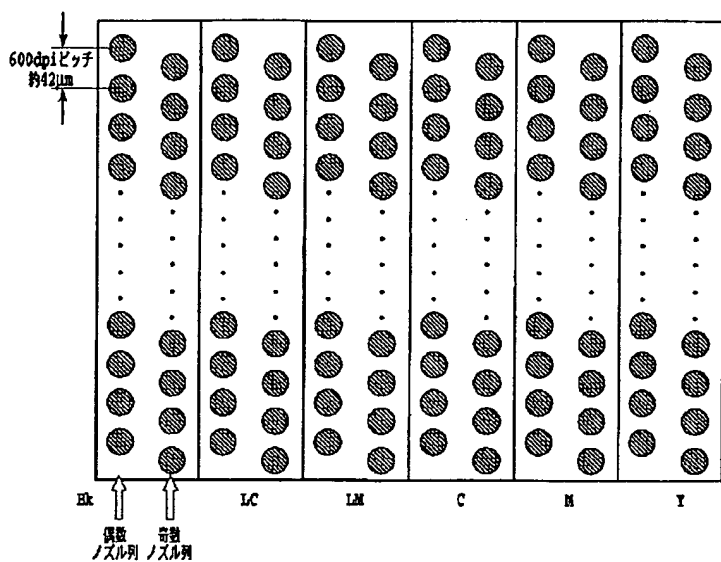


【図23】

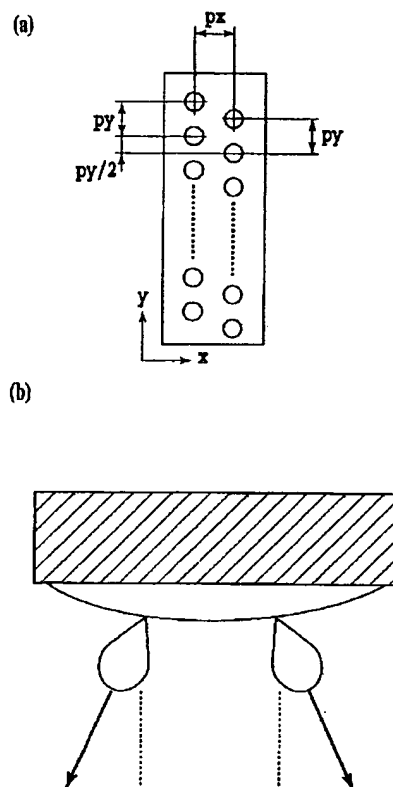
吐出スピード(m/e)	12~12.4	12.4~14.2	14.2~15.3	15.3~16.0	16.0~16.9	16.9~18.0
HQ/標準ボジション	3	3	3	2	2	2
HQ/厚紙ボジション	5	4	4	4	3	3
HS/標準ボジション	5	5	4	4	4	4
HS/厚紙ボジション	8	7	6	6	6	5

単位(pixel)

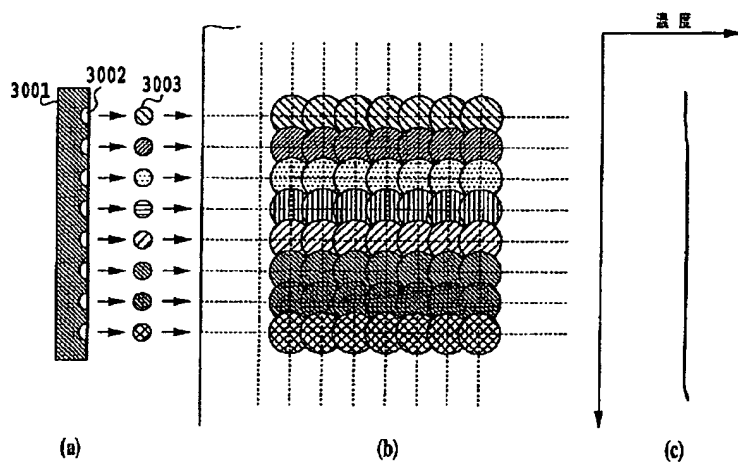
【図11】



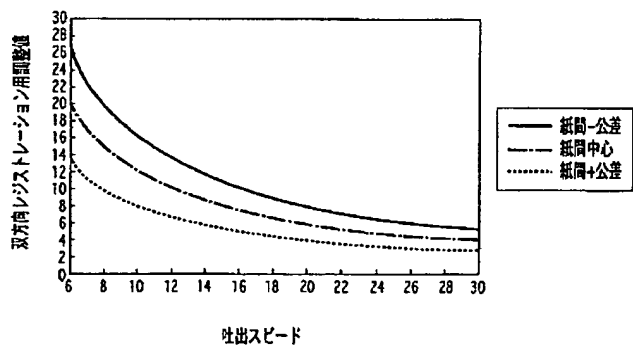
【図28】



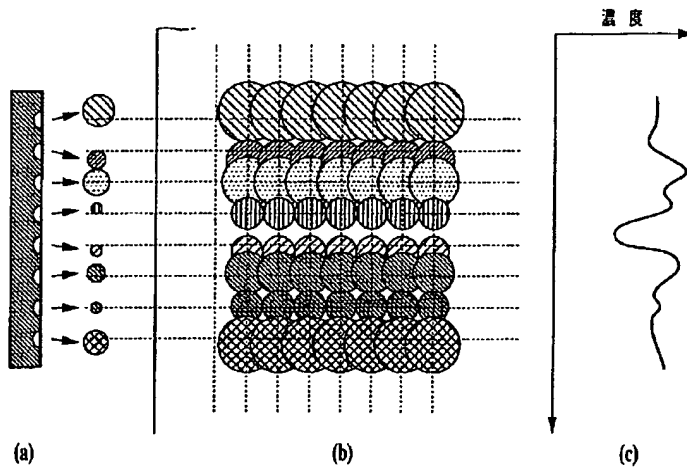
【図12】



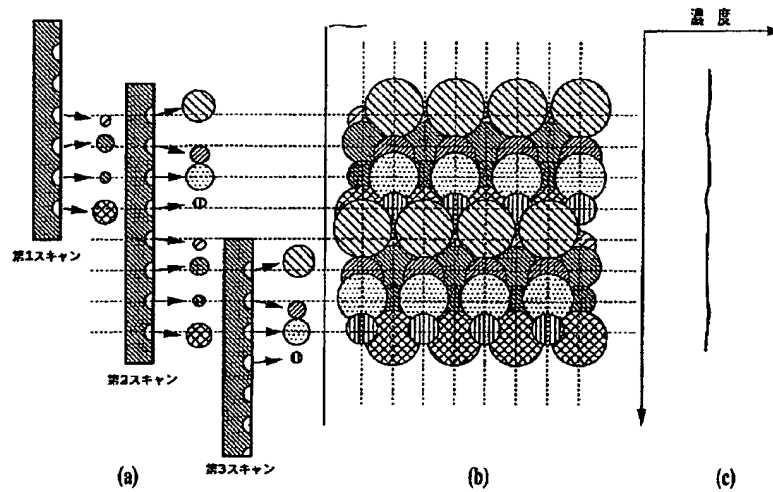
【図30】



【図13】



【図14】



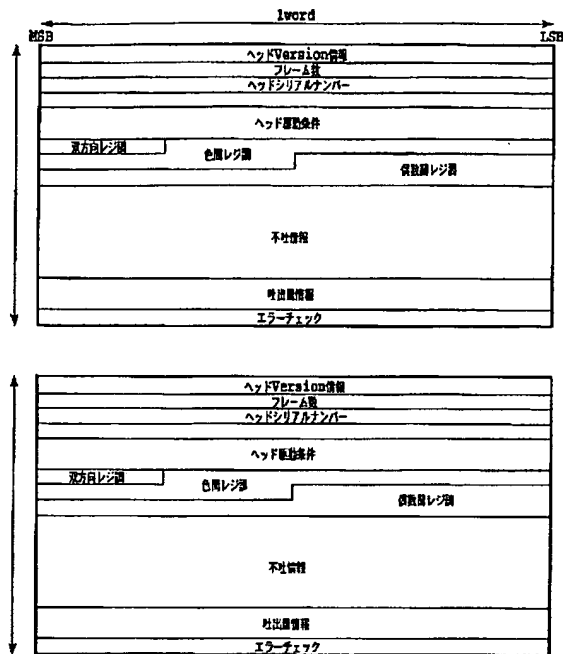
【図32】

吐出スピード(μm)		10	11	12	13	14	15	16
		01	02	03	04	05	06	07
紙間公差最大 紙間中心 紙間公差最小	01	16	15	14	13	8	11	10
	02	12	11	10	9	12	6	5
	03	8	7	7	6	6	5	5

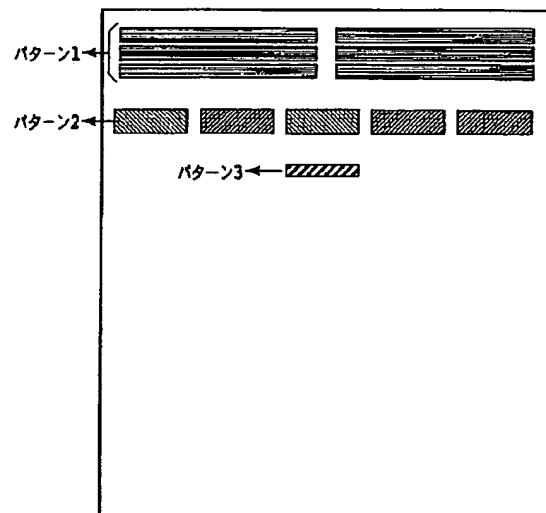
【図34】

初期吐出スピード(μm)		10	11	12	13	14	15	16
		01	02	03	04	05	06	07
ヘッド温度 (℃)	20~30	01	02	03	04	05	06	07
	30~40	02	03	04	05	06	07	08
	40~50	03	04	05	06	07	08	09
	50~	04	05	06	07	08	09	0a

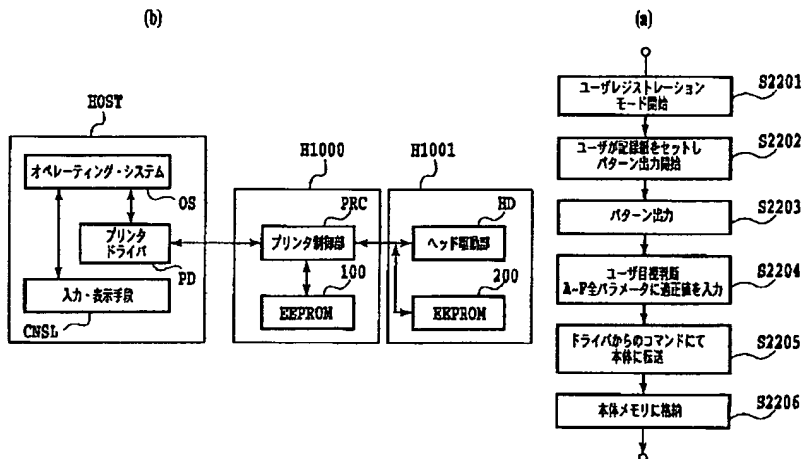
【図15】



【図24】



【図16】

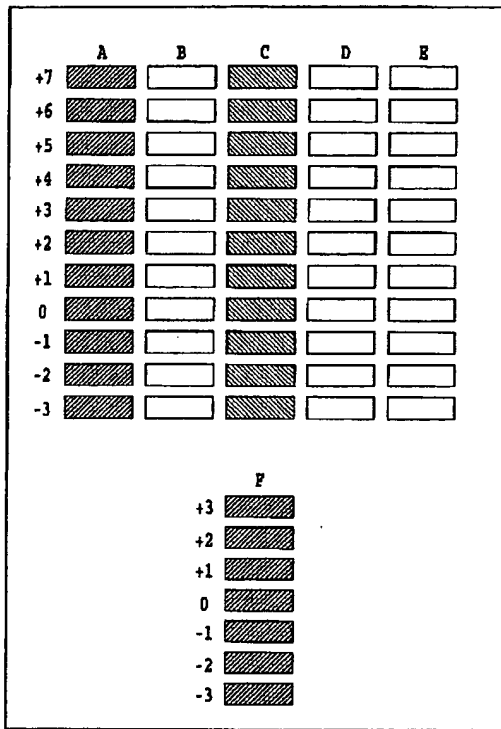


【図37】

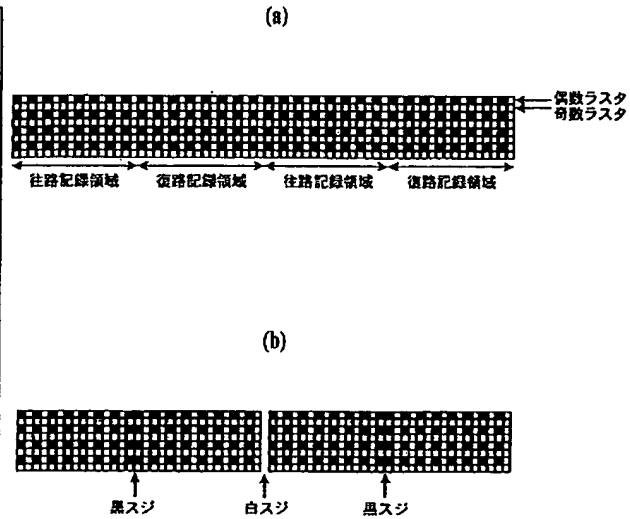
吐出スピード(m/s)	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0a	0b
駆動周波数(KHz)	25	21	11	10	9	9	8	8	7	7	6
	20	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5



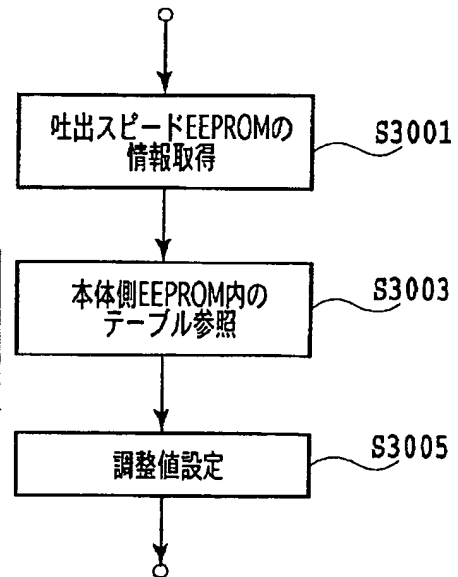
【図17】



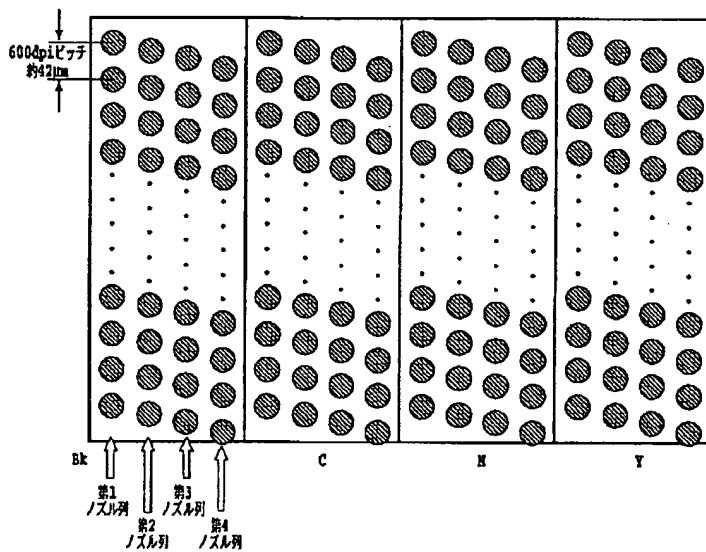
【図19】



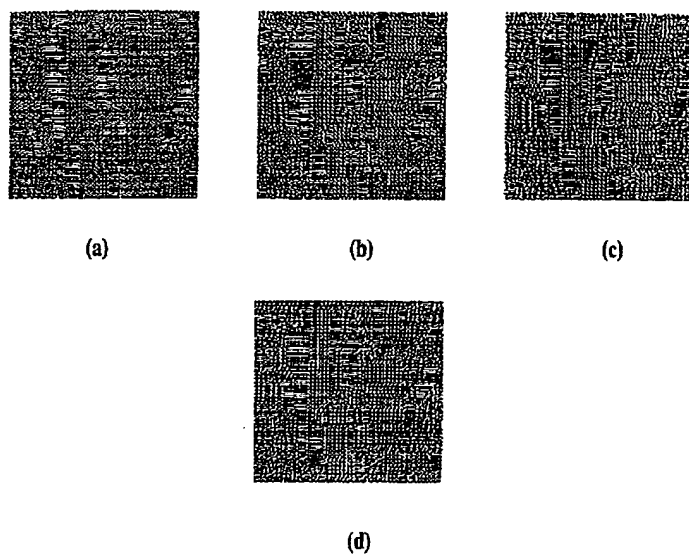
【図31】



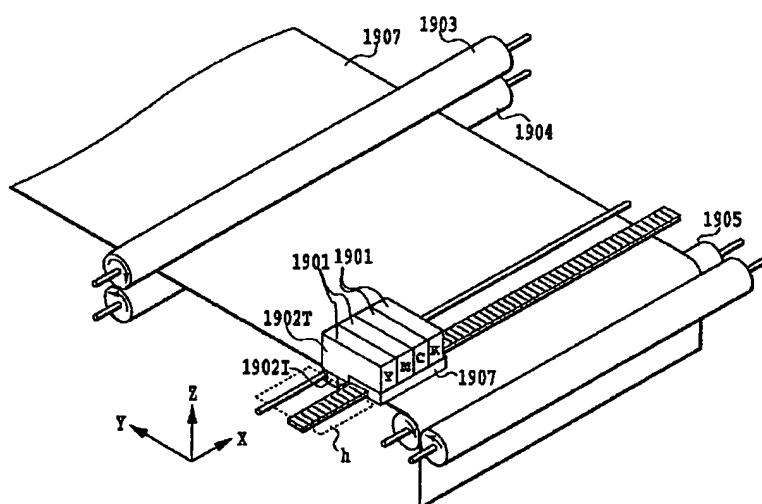
【図25】



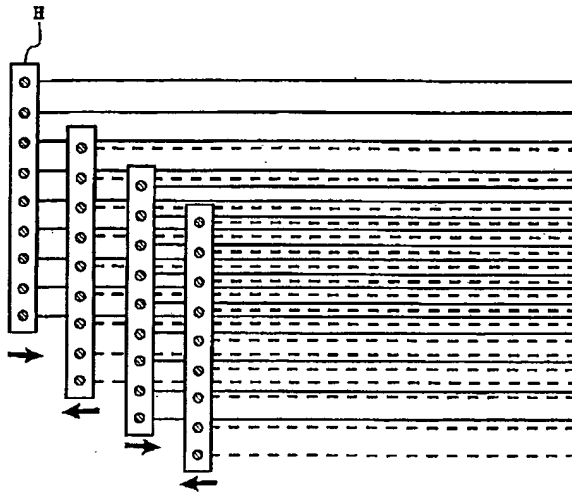
【図26】



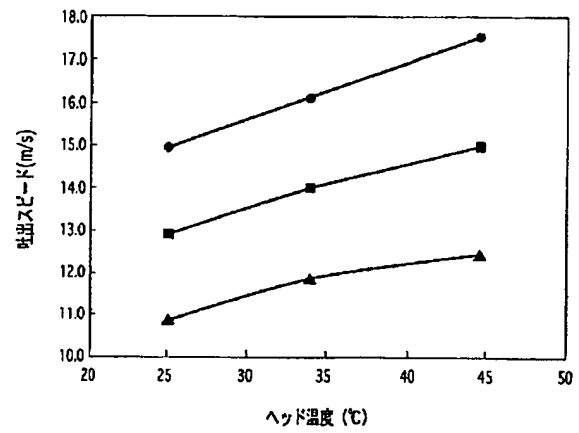
【図27】



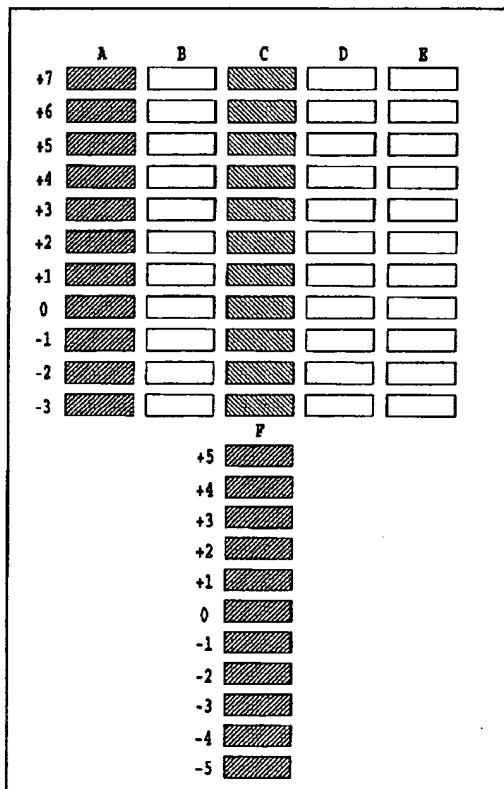
【図29】



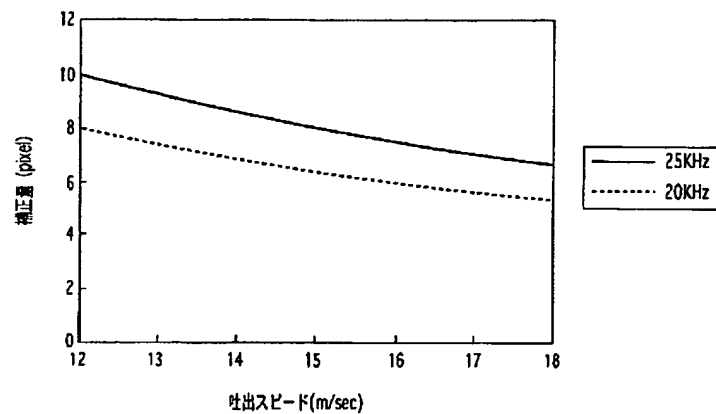
【図33】



【図35】



【図36】



フロントページの続き

(72)発明者 今野 裕司  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 川床 徳宏  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 枝村 哲也  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 前田 哲宏  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 小笠原 隆行  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 村上 修一  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

Fターム(参考) 2C056 EA07 EA08 EB07 EB27 EB30  
EB37 EC03 EC07 EC11 EC31  
EC37 EC42 EC71 EC74 EC77  
EC78 EC80 FA03 FA11 FB03  
FB04 HA12 HA22 HA37 HA53  
HA58

2C057 AF30 AF32 AG15 AG16 AJ03  
AJ04 AL03 AL19 AL22 AL25  
AL36 AM03 AM19 AM30 AM40  
AN02 BA03 BA13 DA09 DB01  
DC02 DD03 DD06 DE07